QH
7
S62A2Z
NH

ISSN 0366-2047

BOLLETTINO DELLA SOCIETÀ DEI NATURALISTI IN NAPOLI

VOLUME CII - 1994/1995

GIANNINI EDITORE
NAPOLI 1996

SMITHSONIAN
AUG 0 4 1997
LIBRARIES

ISSN 0366-2047

BOLLETTINO DELLA SOCIETÀ DEI NATURALISTI IN NAPOLI

VOLUME CII - 1994/1995

GIANNINI EDITORE
NAPOLI 1996

SOCIETÀ DEI NATURALISTI IN NAPOLI
VIA MEZZOCANNONE, 8

CONSIGLIO DIRETTIVO 1994/96

Prof. Pietro Battaglini – Presidente
Prof. Enrico Franco – Vice-Presidente
Prof. Teresa de Cunzo – Segretario
Prof. Maria Carmela Del Re – Vice-Segretario
Prof. Eugenio Piscopo – Tesoriere
Prof. Amalia Tavernier – Bibliotecario
Prof. Maria Rosaria Ghiara – Redattore delle Pubblicazioni
Prof. Giuseppe Caputo – Consigliere
Prof. Oreste Schettino – Consigliere
Prof. Luciano Ferrara – Consigliere
Prof. Mario Milone – Consigliere

REVISORI DEI CONTI

Prof. Silvio Di Nocera
Prof. Fimiani Pellegrino

REVISORI DEI CONTI 1996/97

Prof. Sergio Scippacercola
Dr. Gabriele De Filippo
Prof. Silvio Di Nocera (supplente)

BOLLETTINO DELLA SOCIETÀ DEI NATURALISTI IN NAPOLI

Comitato redazionale

Claudio Agnisola
Filippo Barattolo
Pietro Battaglini
Giuseppe Caputo
Graziano Fiorito
Enrico Franco
Giovanni Fulvio Russo
Maria Rosaria Ghiara – Redattore delle pubblicazioni

INDICE

RUSSO D. - Preliminary observations on the behaviour displayed at the feeding stations in a captive colony of Rodrigues fruit bats *Pteropus rodricencis* (Mammalia: Chiroptera) ..... pag. 5

CAPALDO A., LAFORGIA V., VARANO L., CAVAGNUOLO A. - The adrenal gland of some lizards living in xeric habitats: morphology and NA/A cell ratio ..... » 15

PALUMBO F., RAPOLLA E. - Mean sea level and seismic warning ..... » 27

PALUMBO F., RAPOLLA E. - Mean sea level fluctuations and volcanic activity » 35

BARBERA C., LAMAGNA R., SIGNORE M. - Triassic estherids from Salerno (Southern Italy): preliminary notes ..... » 43

BARBERA C., BILANCIO F., GIORDANO P. - A miocenic reef near Catanzaro, Calabria. South Italy ..... » 49

SIGNORE M. - Deinonychosauria (Saurischia, Theropoda): a brief group synopsis ..... » 57

PUGLIANO M.L., MUROLO M., BUONDONNO C. - Study on Glass components from Soils of Phlegrean Fields. First Note: The glasses in the sands of Monte Spina (Agnano) ..... » 73

FULGIONE D., MIRABELLA P., MILONE M. - Analytical procedure to study animal communities structure's in fragmented environments .. » 81

FULGIONE D., RUSCH C.E., MILONE M. - Fire in the mediterranean Scrub: Evaluation of the Impact in the Licola-Castelvolturno Reserve (Ce) Through the Birds ..... » 91

CONTRIBUTI IN ITALIANO

SCIPPACERCOLA S., AMENTA P., D'AMBRA L. - Il Partial Least Squares e l'Analisi in Componenti Principali rispetto ad un sottospazio di riferimento. Un'applicazione per la rilevazione di inquinamento di ambienti fluviali ..... » 101

BRUNO P.P.G. - Esempi di applicazione del metodo sismico a riflessione per indagini superficiali in alcune aree campioni dell'Appennino Campano-Lucano ..... » 117

BARBERA C. - Le collezioni Paleontologiche del Museo di Paleontologia dell'Università di Napoli «Federico II». I Vertebrati pleistocenici. 1, I Mammiferi di Venosa ..... pag. 137

SOPPELSA O., SAGNIBENE P., BATTAGLINI F. - Considerazioni ecologiche sugli Eterotteri del Fiume Lete (Campania) ..... » 155

SOPPELSA O., SAGNIBENE P. - Nuovi rinvenimenti di Eterotteri nell'area settentrionale della Provincia di Caserta (Campania) ..... » 169

CONFERENZE E COMMEMORAZIONI

CASERTANO L. - Attività Vulcano Poas: Meccanismo unico delle sue diverse manifestazioni ..... » 177

ARIANI A. - Ricordo di Mario Salfi nel 25° anniversario della sua scomparsa ..... » 207

RUSSO L.F. - Ricordo di uno scienziato: Filippo Silvestri ..... » 223

Preliminary observations on the behaviour displayed at the feeding stations in a captive colony of Rodrigues fruit bats *Pteropus rodricensis* (Mammalia: Chiroptera)

Danilo Russo

Key words: bat; behaviour; captive breeding; feeding activity; *Pteropus*; territoriality; zoo.

Abstract. Feeding activity and other behaviours displayed at the feeding sites were studied in a captive colony of Rodrigues fruit bats, *Pteropus rodricensis*, at the Jersey Wildlife Preservation Trust, Jersey (U.K.).

All the behaviours occurring at the feeding stations were recorded.

The temporal change in the number of bats at the feeding stations was also recorded during the 2 hours following the time food was presented.

The results showed that some males defended well defined territories that included a feeding site and that were habitually frequented by several females.

The colony showed a polygamous resource-based mating system, as the territorial males could copulate with all the receptive females entering their respective territories.

Moreover, one of the feeding sites was used and defended by females.

Some of the non-territorial bats (probably low-ranked subjects) moved on the ground searching for food.

Aggressive behaviour displayed by roosting bats towards individuals moving on the ground should indicate that territories could also comprise floor areas.

Riassunto. Osservazioni preliminari sul comportamento esibito in cattività alle stazioni di alimentazione in una colonia di pipistrelli frugivori di Rodrigues *Pteropus rodricensis* (Mammalia: Chiroptera).

L'attività alimentare ed altri comportamenti manifestati presso i siti di alimentazione sono stati studiati in una colonia di pipistrelli frugivori di Rodrigues, *Pteropus rodricensis*, in cattività presso il Jersey Wildlife Preservation Trust, Jersey (U.K.).

Received 8.10.94, accepted 30.1.95

È stata misurata la variazione temporale del numero di individui presso le stazioni di alimentazione durante le due ore successive alla presentazione del cibo agli animali, registrandone nel contempo i comportamenti osservati.

I risultati hanno mostrato che alcuni maschi occupavano territori ben definiti includenti un sito di alimentazione ordinariamente frequentato da più femmine.

I maschi territoriali potevano accoppiarsi con tutte le femmine recettive penetrate nel loro territorio, risultandone un sistema di poligamia con difesa delle risorse.

Uno dei siti di alimentazione veniva utilizzato quasi esclusivamente, nonchè difeso, da femmine.

Alcuni soggetti (probabilmente di basso rango sociale) erano soliti alimentarsi cercando cibo a terra.

Aggressioni compiute da pipistrelli occupanti rami posti a piccola altezza dal suolo dirette ad individui in movimento su questo hanno portato a proporre un'ipotesi di territorialità estesa ad aree del pavimento.

Introduction

The Rodrigues fruit bat, *Pteropus rodricensis* Dobson 1878, is a very endangered species from the order Chiroptera, suborder Megachiroptera.

This species is extinct in Mauritius (Mascarene Islands), where it is known from subfossil material (Cheke & Dahl, 1981); today it is found only in Rodrigues, a small volcanic island located about 650 km east of Mauritius.

The overgrowing human population is heavily damaging the fragile insular environment by clearing the forests, the typical habitat of the species, to use those areas for grazing and agriculture (West & Redshaw, 1987).

Deforestation affects the bats in two ways: firstly, reducing feeding and roosting areas, and secondly, making the bats more susceptible to the effects of cyclones that periodically pass over Rodrigues (West and Redshaw, 1987).

Since 1976 the Jersey Wildlife Preservation Trust (Jersey, U.K.) has been running a captive breeding programme for this species (Durrell, 1976).

In 1994 the Jersey Zoo holded 73 specimens, living in two different enclosures, one of which was on exhibit.

The programme is successful and represents one of the main hopes for the survival of *P. rodricensis*.

Behavioural studies on captive populations can contribute to improve their management, especially for those species which display a complex social behaviour, as in the case of *P. rodricensis* (Carroll & Mace, 1988).

The present study deals with the feeding activity and other behaviours displayed at the feeding sites in a captive colony of Rodrigues fruit bats. The data were collected at the Jersey Zoo during 1994 Breeding and Conservation of Endangered Species Summer School.

Materials and methods

At the time the data were collected the enclosure where the bats were housed was rectangular-shaped, measuring about 7x5x4 m high.

Several wood perches, from which plastic dishes containing food were suspended, provided feeding and roosting sites.

Some other food and water containers were suspended from the enclosure walls.

Lighting consisted of a reversed day-night cycle with a two hours annual variance, equal to the one of Rodrigues.

Night time was simulated using a soft light of twilight intensity; for daylight, a light with a spectrum very similar to sun light was provided, together with an UV lamp to allow a natural synthesis of vitamin D.

Three thermostatically controlled electric heaters permitted a fixed "nocturnal" temperature of 21^0 C, and a "diurnal" temperature of $26\text{-}28^0$ C (Carroll, 1978). Further details about husbandry are given in Carroll (1978).

The data were collected from the 6th to the 13th of August 1994.

During the first 8 hours of data collection, an "ad libitum" sampling method (Martin & Bateson, 1986) was used in order to learn to recognize individuals and the areas they used and to identify the behavioural repertoire of the species.

A second phase of 12 hours, divided in 6 sessions of 2 hours, was carried out using a 1-0 sampling method (Martin & Bateson, 1986); each scan interval lasted 30 sec. Each session of data collection started at about 9 a.m., when food was provided to the bats.

Most of the bats, except the young ones, were marked with coloured rings on the thumb to facilitate their identification.

Territorial subjects (see Results) were named with the initial letters of the colour of their rings: S (silver), R (red), YB (yellow-blue), RB (red-blue), OR (orange-red).

Sex of adult bats was quite easily identified, as males had well developed genitalia and were tagged on the left thumb, while females were ringed on the right.

During data collection, sex of immature individuals was not recorded as it was difficult to establish at a distance, and as they were not marked.

At the end of each scan interval of 1-0 sampling phase – marked by a beep-sounder – number, age class (juvenile-adult), sex (of adults) and activity of the subjects observed at the stations during the previous 30 sec were recorded.

Time-sampling observations were focused on 4 feeding sites: 3 of them were plastic dishes hung on branches, and one was represented by the floor, where bats could feed on fruit fallen from the suspended bowls. They were observed in turn in a clock-wise cycle, each one for the duration of a scan interval. These sites were chosen as far as possible from one another so as to avoid influences among individuals at different sites.

During "ad libitum" sampling the four sites were simultaneously checked together with other 3 bowls.

The behaviours recorded during 1-0 sampling are described in the following 7 categories:

non-interactive behaviours

a) Feeding. All the behaviours directly involving the use of food, such as searching through the food for some favourite items, holding and eating food etc.

b) Roosting. Carroll (1979) distinguished between two resting postures, one (actual roosting) occurring when the animal is asleep, the other one (hanging alert) occurring when the animal is awake but stationary.

In the present study, both the postures were recorded as "roosting".

c) Self-grooming. Licking, nibbling fur or scratching body with one hindfoot.

d) Urination – Defecation.

interactive behaviours

a) Aggressive behaviour. Any agonistic action, such as stealing food, chasing an opponent and performing "wing shake", an aggressive action which is undertaken outstretching one or both wings in front of the body (Carroll, 1979).

b) Mutual contact. This category comprises any non-aggressive, non-sexual physical contact between two subjects, such as social grooming.

c) Sexual behaviour. Any behaviour displayed during sexual activity:

male-female grooming, male contacting female's genitalia, actual copulation and *post-coitum* mutual interactions.

The data on temporal trends and on activities at sites 1 and 3, where a territorial male was found (see Results), were pooled together and expressed as mean values.

The significance of differences among means was tested using 95% confidence limits, and a chi-square test was applied to evaluate whether the observed differences in the number of scans during which a category of individuals (territorial male; non-territorial male; female; juvenile) was observed at each site could have been due to chance fluctuations.

The correlation between number of individuals on the ground and time was tested for significance with the Spearman rank-order correlation coefficient r_s and the combined t statistic (Siegel & Castellan, 1988).

Results

"Ad libitum" sampling observations

Many males, and all females and juveniles, ranged within the whole enclosure and used any feeding station available, including the floor.

Five males (S, R, YB, RB, OR) , however, tended to stay at a particular feeding site which was very rarely left.

In fact, 100% of the recorded positions occupied by these males during the entire "ad libitum" observation period resulted comprised in an about 3 metres-diametered circumference centred on the bowl they used.

In the case of S male, this area appeared reduced to a narrower, semicircular surface bordered by two of the enclosure walls.

These males often rubbed their neck and chest on the branches and other objects of the area they occupied and on any approaching female (scent-marking behaviour).

When a female was marked in this way, the male could inspect her genitalia; copulation was sometimes observed after this interaction.

Resident males showed an active territorial behaviour, as they allowed females to enter the area they used, but all the other bats which tried to reach the bowl – both adult males and juveniles – were chased .

Territorial behaviour was not shown by individuals on the floor.

On 16 occasions, bats roosting on low branches attacked nearby subjects which were crawling along the floor , flying and skimming over them.

Time – sampling observations

Site 2 was used by a higher number of animals (N = 4.27 ± 0.05, mean ± 95% C.L.) than the others (N site 1 = 1.83 ± 0.15; N site 3 = 0.99 ± 0.07; N floor = 1.00 ± 0.1).

The presence of a territorial male was observed at sites 1 ("R" subject) and 3 ("RB" subject). The low number of bats seen at these sites was due to the active defence performed by territorial males.

Tab. 1 shows the number of scan intervals during which the presence of a territorial male, a non-territorial male, a female, and a juvenile was recorded. This number was significantly higher for territorial males at the site they occupied, in comparison with non-territorial males and juveniles (site 1: $\chi^2 = 281.4$, d.f. = 2, $p < 0.001$; site 3: $\chi^2 = 189.2$, d.f. = 2, $p < 0.001$). Females were normally accepted.

TABLE 1 – Number of scan intervals during which the presence of a territorial male (T. male), a non-territorial male (N.t. male), a female and a juvenile (Juv.) was recorded. Total number of scan/site = 360.

Site	T. male	N.t. male	Female	Juv.
1	229	45	318	14
2	–	36	338	23
3	213	7	117	11
Floor	–	138	84	84

Site 2 was constantly occupied by one or more females; on several occasions, they were seen chasing juveniles and males which attempted to feed. For this reason the number of intervals during which a female was recorded at site 2 was strikingly higher in comparison with these other two categories ($\chi^2 = 608.2$, d.f. = 2, $p < 0.001$). Site 2 was the only feeding station frequented by females holding a newborn.

No territorial males were seen crawling on the floor to search for food.

Fig. 1 shows the average temporal variation in the number of individuals during the 2 hours following food presentation.

At sites 1 and 3, this number oscillated around a value close to 1 (N = 1.41), again due to the constant presence of the territorial male.

Wider oscillations of this number were recorded at station 2, where it decreased after about 94 minutes.

During the first 4 minutes no bats were seen on the ground, then the number of subjects tended to increase with a highly significant positive correlation (r_s = 0.98; t = 37.5; d.f. = 58; p 0.001).

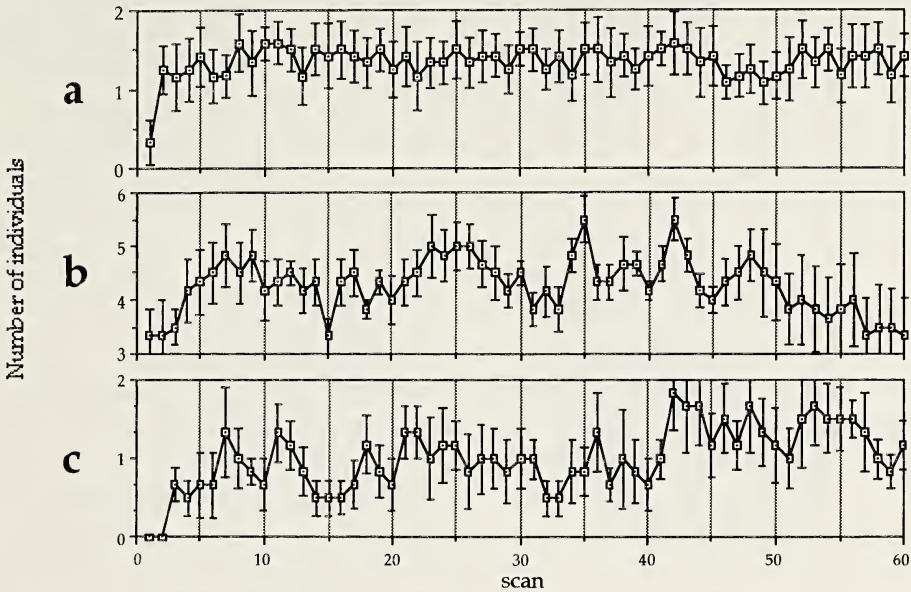


FIGURE 1 – Mean temporal variation in the number of individuals during the 2 hours following food presentation. Vertical bars show the standard error of mean.

The percentage of scan intervals during which each behavioural category was recorded is shown in fig. 2. Feeding stations 1, 2 and 3 were extensively used as roosting sites.

Mutual contact was not frequently recorded.

Sexual interactions observed at sites 1 and 3 all occurred between the territorial male and the females entering the territory.

Aggressive behaviours were recorded in two main situations: when a territorial violation occurred, and when two or more bats tried to obtain priority over food.

Feeding was the only frequent behavioural category shown by the bats on the floor. These individuals were often observed picking up some food with their mouth and then reaching a perch where food was ingested.

The aggressive events observed on the floor (6.6 % of the total activity) were triggered by competition for food.

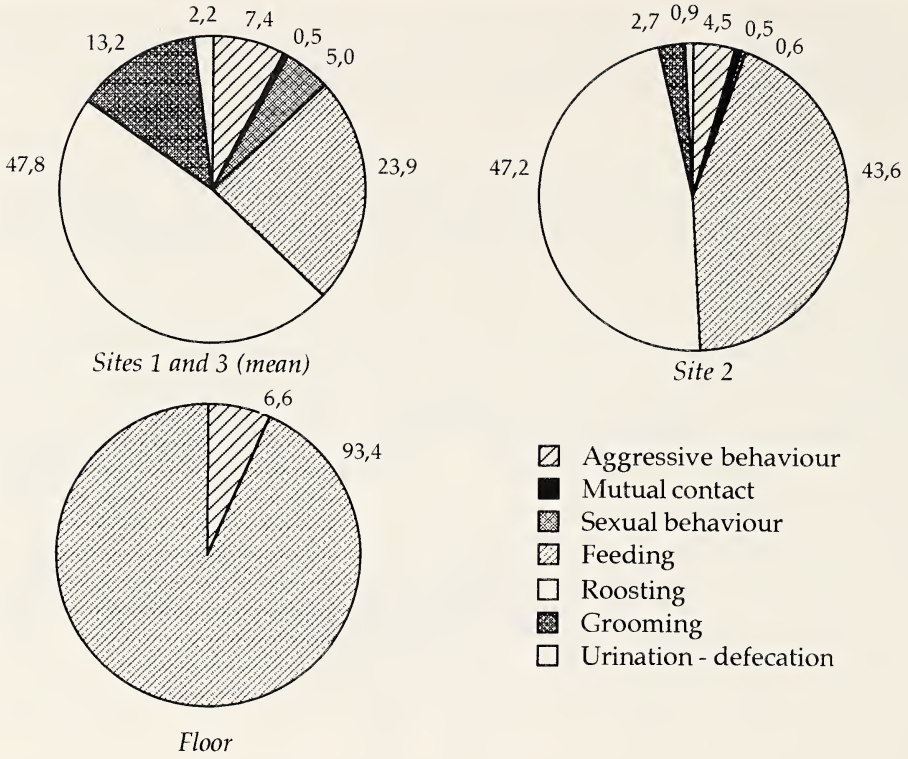


FIGURE 2 – Percentage of scan intervals during which each activity was recorded at sites 1, 3 (a), 2 (b) and floor (c). Total number of time intervals = 360.

DISCUSSION

The results indicate that the captive colony of *P. rodricensis* used a polygamous trophic resource-based mating system: high-ranked males defended a territory where food was concentrated, and mated with all the females in oestrus which frequented the area.

This polygamous system is known for several species of vertebrates: among mammals such as the impala (*Aepyceros melampus*) and the vicuna (*Lama vicugna*) and also among birds (Alcock, 1989).
Feeding territories also resulted to be defended in a colony of *P. rodricensis* enterily composed of males at Poznan' Zoo, Poland (Russo, pers. obs.).

Few studies have been carried out on wild Rodrigues fruit bats (Durrell, 1976; Carroll, 1981) and it is unknown whether the species uses such a strategy in natural conditions, where food resources are distributed in a very different way in comparison with captive conditions.

During the present study, mostly carried out during nocturnal conditions (i.e. when bats were more active), territorial males roosted at the feeding sites they defended.

Carroll (1979; 1988) and Carroll & Mace (1988) claimed that in captive colonies of *P. rodricensis*, males defend both roosting areas and feeding territories. Females associate with different males during feeding periods than while roosting, and may mate with more than one male within minutes, merely by crossing from one territory to another (Carroll & Mace, 1988).

Defence of feeding sites by females, as observed at station 2 in the present study, was not reported in previous researches.

Floor feeding, already observed in captive Rodrigues fruit bats (Carroll, 1979; Carroll, 1988) seems to be performed by low-ranked individuals and, among these, by all those adult males which do not yet own a territory.

This behaviour is very unlikely to be performed in the wild; in fact, it would be very disadvantageous, because crawling on the ground would involve a high energetic expense and a great risk of predation.

A reasonable hypotesis is that floor feeding is induced by captivity in a situation of enclosure overcrowding, where trophic territories are available for only few bats.

The initial period of scan sessions when no bats were observed on the ground may be related to the absence of food, as it had not yet fallen from the suspended bowls; then the number of individuals progressively augmented, probably as the quantity of food on the floor increased.

Attacks performed by bats from low branches to approaching subjects on the floor could indicate that territories also comprised ground areas, yet this phenomenon should deserve further investigation.

Acknowledgements

I am grateful to the International Training Centre personnel of the Jersey Wildlife Preservation Trust and particularly to Dr. John Fa and Mr. Chris Clark.

Thanks to Dr. David Houston, Edinburgh University, and to Dr. Richard Griffiths, Durrell Institute of Ecology (University of Kent), for all the precious suggestions about the methods of data collection and analysis.

REFERENCES

ALCOCK, J., 1989. *Animal behaviour*, 4th ed., Sinauer Associates, Inc.

CARROLL, J.B., 1978. Behavioural observations on the Rodrigues fruit bat following a move to new accomodation and reversal of light/dark regime. *Dodo, J. Jersey Wildlife Preservation Trust*, **15:** 52-60.

CARROLL, J.B., 1979. The general behavioural repertoire of the Rodrigues fruit bat *Pteropus rodricensis* at the Jersey Wildlife Preservation Trust. *Dodo, J. Jersey Wildlife Preservation Trust*, **16:** 51-59.

CARROLL, J.B., 1981. The wild status and behaviour of the Rodrigues fruit bat *Pteropus rodricensis*. A report of the 1981 field study. *Dodo, J. Jersey Wildlife Preservation Trust*, **18:** 20-29.

CARROLL, J.B., 1988. The conservation programme for the Rodrigues fruit bat *Pteropus rodricensis*. In B.L. DRESSER, R.W. REESE, E.J. MARUSKA (eds.). *Proc. Vth Conference on Breeding Endangered Species in Captivity, Cincinnati* : 457-475.

CARROLL, B. & MACE, G., 1988. Population management of the Rodrigues fruit bat. *Int. Zoo Yb.*, **27:** 70-78.

CHEKE, A.S. & DAHL, J.F., 1981. The status of bats on western Indian Ocean islands, with special reference to *Pteropus*. *Mammalia*, **45** (2): 205-238.

DURRELL, G., 1976. The Mauritian expedition, *Jersey Wildlife Preservation Trust Annual Report*. **13:** 7-11.

MARTIN, P. & BATESON, P., 1986. *Measuring behaviour: an introductory guide*, Cambridge University Press.

SIEGEL, S. & CASTELLAN, N.J., 1988. *Nonparametric statistics for the behavioural sciences*, 2nd edition, McGraw-Hill International Editions.

WEST, C.C. & REDSHAW, M.E., 1987. Maternal behaviour in the Rodrigues fruit bat *Pteropus rodricensis*. *Dodo, J. Jersey Wildlife Preservation Trust*, **24:** 68-81.

The adrenal gland of some lizards living in xeric habitats: morphology and NA/A cell ratio

Capaldo Anna, Laforgia Vincenza, Varano Lorenzo, Cavagnuolo Antimo

Dipartimento di Biologia Evolutiva e Comparata, Università degli Studi Federico II
via Mezzocannone 8, 80134 Napoli, Italy

Key words: Adrenal gland morphology of some lizards.

Abstract. The Authors have studied the adrenal morphology, the ratios between noradrenaline (NA) and adrenaline (A) cells, and their relationships with phylogenetic position in six species of the family Lacertidae: *Mesalina olivieri*, *Eremias strauchi*, *Eremias pleskei*, *Acanthodactylus pardalis*, *Acanthodactylus boskyanus*, *Latastia longicaudata*.

The adrenal gland of all the species appears elongated and surrounded by a thin connective envelope. The chromaffin tissue is concentrated in *M.olivieri* at the head pole, in a cap, and in a thin, discontinuous dorsal ribbon, with few islets scattered in the steroidogenic parenchyma. In the other species there is a higher degree of admixing of the two types of tissue, with many islets interspersed in the interrenal tissue.

In all the species the NA cells are located in the outer layers of the superficial chromaffin tissue, while A cells occupy the inner layers and are the only constituents of the chromaffin islets.

On the basis of the different values of the NA/A cell ratio, we suggest that *M.olivieri*, with a high ratio (3.1/1) should be considered an ancient species, while the other species, with a ratio around 1/1, should be considered of more recent origin.

Riassunto. La ghiandola interrenale di alcuni Lacertidi diffusi in ambienti aridi: morfologia e rapporto cellule NA/A.

Gli Autori hanno studiato la morfologia della ghiandola interrenale, i rapporti tra cellule a noradrenalina (NA) e adrenalina (A), e le loro relazioni con la posizione filogenetica in sei specie di Lacertidi: *Mesalina olivieri*, *Eremias strauchi*, *Eremias pleskei*, *Acanthodactylus pardalis*, *Acanthodactylus boskyanus*, *Latastia longicaudata*.

La ghiandola appare in tutte le specie allungata, circondata da una sottile capsula connettivale. Il tessuto cromaffine é concentrato in *M.olivieri* al polo

---

Received 16.12.94, accepted 30.1.95

cefalico, in un cappuccio, e in un cordone dorsale sottile e discontinuo, con pochi isolotti sparsi nel parenchima steroidogenetico. Nelle altre specie c'è un maggior grado di contatto tra i due tipi di tessuto e un maggior numero di isolotti sparsi nel parenchima.

In tutte le specie le cellule NA occupano gli strati esterni del tessuto cromaffine di superficie, mentre le cellule A sono presenti negli strati interni e sono le sole costituenti degli isolotti.

In base ai valori del rapporto cellule NA/A, suggeriamo che *M.olivieri*, con un rapporto alto (3.1/1), possa essere considerata una specie conservativa, mentre le altre specie, con un rapporto vicino a 1/1, possano essere considerate di origine più recente.

Introduction

Previous studies on the morphology of the adrenal gland of Squamata showed a great variability in the topographic relationships between the steroidogenic and the chromaffin tissues, in the distribution of the two types of chromaffin cells and in the ratio between NA cells and A cells.

Early authors attributed a very uniform arrangement to this gland in Squamata, describing a steroidogenic parenchyma, containing small islets formed by adrenaline (A) cells, and a continuous dorsal ribbon formed by noradrenaline (NA) cells, sending digitations into the steroidogenic parenchyma (Wright & Chester Jones, 1955, 1957; Chester Jones, 1957 a,b; Gabe & Martoja, 1961; Wasserman & Tramezzani, 1961, 1963; Gabe, 1970).

Nevertheless studies on the adrenal gland of many species of Squamata did not confirm this general uniformity, but showed many differences in the arrangement of this gland (Varano *et al.*, 1969; Saint Girons, 1976; Varano & Laforgia, 1976; Laforgia & Varano, 1978), also between species belonging to the same family (Laforgia *et al.*, 1982, 1983, 1985, 1990, 1993 a,b; Laforgia & Varano, 1982; Varano & Laforgia, 1982, 1991; Capaldo *et al.*, 1991) or to the same genus (Laforgia *et al.*, 1991).

In *Podarcis s. sicula*, e.g., the NA cells are located in the outer layers of the chromaffin dorsal ribbon, while the A cells are present in the inner layers, in the digitations and in the chromaffin islets scattered in the steroidogenic parenchyma.

Also *P. wagleriana*, *P. muralis*, *P. peloponnesiaca* and *P. melisselensis* show the same pattern, while in *P. hispanica* and in *P. taurica* the chromaffin and the steroidogenic tissues are separated, and the former is located in *P. hispanica* at the head pole of the gland, and at the two poles in *P. taurica*.

The study of the comparative morphology of Squamata adrenal gland suggested a relationship between the phylogenesis, the morphology of the gland and the NA/A cell ratio: older species have more NA cells in the adrenal gland, where the steroidogenic and the chromaffin tissues are more separated, while species of more recent origin have more A cells and show a high degree of admixing of the two tissues.

So *P. taurica* and *P. hispanica*, with a high degree of separation between the two tissues, and high NA/A cell ratios (3,6/1 and 2,6/1 respectively) can be considered more ancient species, while *P. sicula*, *P. wagleriana*, *P. muralis*, *P. peloponnesiaca* and *P. melisselensis* form a clearly homogeneous group of more recent origin.

Also in birds where Ghosh (1977) demonstrated a connection between the phylogenetic position of the species and the NA/A cell ratio, NA cells are more numerous in species of more primitive ancestry.

In this paper we have studied the morphology of the adrenal gland, the distribution and the relationships between the chromaffin and the steroidogenic tissues, and between the two types of chromaffin cells of specimens of six species belonging to the family Lacertidae, in order to evaluate whether the conclusions on the phylogenetic position of the species, as determined by adrenal morphology, are in agreement with the results of other workers, applying biochemical, immunological or karyological tecnichs to the study of the taxonomy within the family Lacertidae.

Material and methods

The adrenal glands of the following species were investigated: *Mesalina olivieri*, *Eremias strauchi*, *Eremias pleskei*, *Acanthodactylus pardalis*, *Acanthodactylus boskyanus*, *Latastia longicaudata*. The glands were fixed in a mixture of potassium dichromate and sodium sulphate (buffered at ph 4.1 with acetate buffer, 5 M) to which 10% formaldehyde was added before use (Wood, 1963). The glands were embedded in paraffin, sectioned at 7 μ and stained with one of the following solutions which allow NA cells to be differentiated from A cells:

1) A mixture of eosine–aniline blue, buffered at ph 4 with acetate buffer, 5M (Wood, 1963).

2) Giemsa solution, modified according to Pearse (1960).

3) Mallory trichromic stain.

The NA/A cell ratio was calculated from cell counts, using every tenth transverse section from the whole gland of each specimen.

Results

The adrenal gland of all the species studied appears almost elongated, surrounded by a thin connective envelope. The steroidogenic tissue is arranged into sinuous anastomosing cords of two cell rows separated by small blood vessels. The steroidogenic cells are prismatic, and in *M. olivieri* the peripheral interrenal cells appear spongy, full of lipid droplets; the nucleus, prevalently basally displaced, in *A. boskyanus* and *M. olivieri*, outlines the shape of the steroidogenic cords (Fig. 1-2).

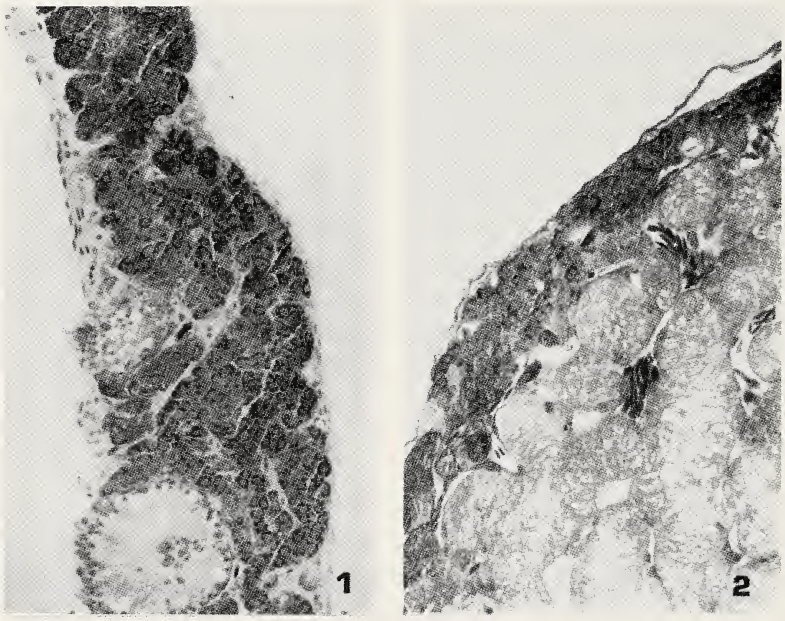


Fig. 1 – Adrenal gland of *Acanthodactylus boskyanus*. The nucleus of the steroidogenic cells, basally displaced, outlines the shape of the steroidogenic cords. Note the cap of chromaffin tissue at the head pole of the gland. ×270.
Fig. 2 – Adrenal gland of *Mesalina olivieri*. The steroidogenic cells appear spongy; note the thin chromaffin ribbon almost devoid of digitations. ×270.

In *L. longicaudata* and *M. olivieri* the chromaffin tissue is located at the head pole of the gland, forming a cap, and extends also on the dorsal

margin in a thin discontinuous ribbon, almost devoid of digitations in *M. olivieri* (Fig. 2), present instead in *L. longicaudata* (Fig. 3). In *A. boskyanus* and *A. pardalis* (Fig. 1-4), the chromaffin tissue moreover is arranged in

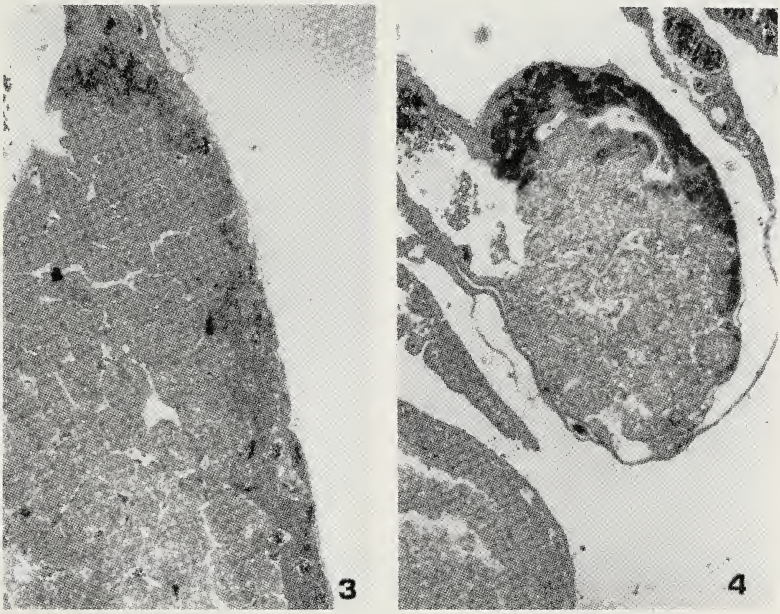
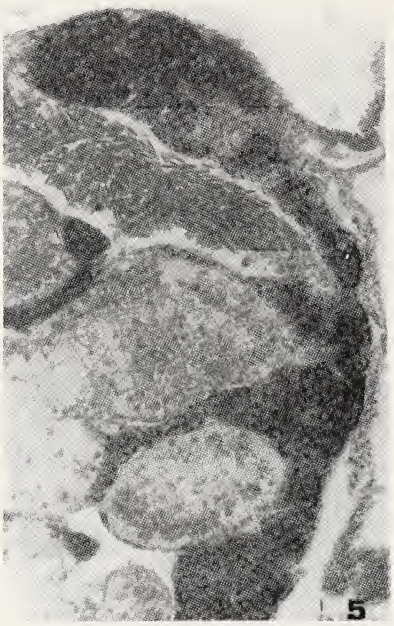


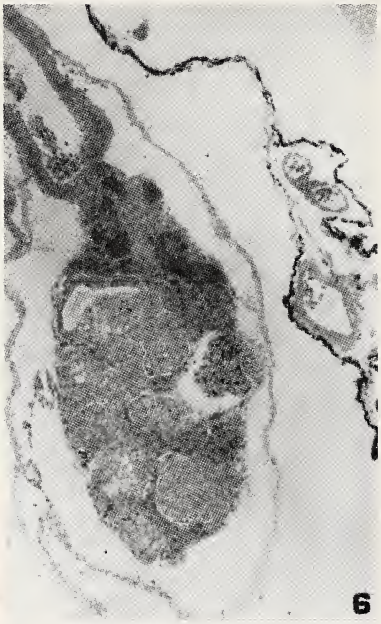
Fig. 3 – Adrenal gland of *Latastia longicaudata*. The chromaffin tissue is arranged in a cap at the head pole of the gland, and in a thin dorsal ribbon sending digitations between the steroidogenic cords. ×110.
Fig. 4 – Adrenal gland of *Acanthodactylus pardalis*. The chromaffin tissue is located at the head pole and extends in a dorsal ribbon with many digitations into the steroidogenic parenchyma. ×110.

a cap at the head pole and in a dorsal ribbon sending digitations between the steroidogenic cords; the ribbon gets to the ventral pole in *A. boskyanus*. In *E. strauchi* (Fig. 5) the chromaffin tissue is concentrated on the poles of the gland, on the dorsal margin in a discontinuous ribbon with many digitations, and on the ventral margin in small groups made up by NA and A cells; in *E. pleskei* (Fig. 6) the ribbon is uniform and continuous.

In all the species studied the NA cells are located in the outer layers of the ribbon and of the masses on the poles, while A cells occupy the

inner layers and the digitations (Fig. 7, where NA cells appear dark grey and A cells light grey).





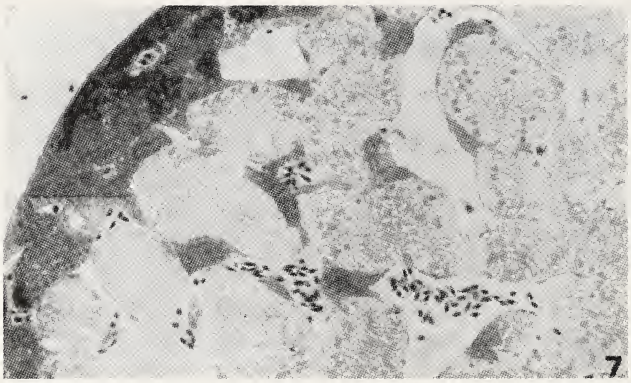


Fig. 5 – Adrenal gland of *Eremias strauchi*. Note the chromaffin tissue arranged at the pole of the gland. ×270.

Fig. 6 – Adrenal gland of *Eremias pleskei*. Note the chromaffin tissue arranged at the poles of the gland, at the ventral margin, in small groups, and at the dorsal margin in a uniform ribbon. ×110.

Fig. 7 – Adrenal gland of *Acanthodactylus pardalis*. Note the noradrenaline cells (dark grey) in the outer layers of the dorsal ribbon, while the adrenaline cells (light grey) occupy the inner layers and the digitations. ×270.

All the species show some islets of A cells scattered between the interrenal cords; they are of medium size and numerous in all the species except *M. olivieri*, where they are few.

The different distribution of the two types of chromaffin cells of the adrenal gland influences the quantitative ratios between NA and A cells. The ratios observed are the following:

Mesalina olivieri	3.1/1
Latastia longicaudata	1.1/1
Acanthodactylus boskyanus	0.6/1
Acanthodactylus pardalis	0.5/1
Eremias strauchi	0.4/1
Eremias pleskei	0.2/1

Discussion

The study of the morphology of the adrenal gland in the species examined shows two main arrangement patterns of the chromaffin tissue: the first exhibited by *M.olivieri* and the second generally observed in the other species.

M.olivieri shows a higher degree of separation between the chromaffin and the steroidogenic tissue; the former, in fact, is concentrated at the head pole to form a cap and extends on the dorsal margin of the gland in a thin, discontinuous ribbon, devoid of digitations; there are, moreover, few chromaffin islets interspersed in the steroidogenic parenchyma.

In the other species, instead, there is a higher degree of admixing of the two types of tissue; the chromaffin tissue is located at the head pole and extends in a dorsal ribbon sending digitations between the steroidogenic cords, as in *L.longicaudata*, in *A.pardalis* and in *A.boskyanus* (in the latter the ribbon gets to the other pole of the gland); is arranged in *E. pleskei* in a continuous dorsal ribbon with many digitations, while in *E. strauchi* forms a discontinuous ribbon extending from the head to the ventral pole, and shows some clusters of chromaffin cells on the ventral margin of the gland. In all these species, moreover, many islets are interspersed in the interrenal tissue.

These two different arrangement patterns of the chromaffin tissue influence the quantitative ratios between NA and A cells; this ratio is high, in fact, in *M. olivieri* (3.1/1), while is around 1/1 in the other species.

According to the results of the preceding studies on the morphology of the adrenal gland of Squamata, we can suggest that there is a connection between the phylogenetic position of the species, the relationship

between the chromaffin and the steroidogenic tissue, and the quantitative ratio between NA and A cells: in the older species, in fact, the adrenal tissues are more separated, and the NA/A cell ratios are high; in recently evolved species, instead, these ratios are low, around 1/1 or less, and the two tissues show a higher degree of admixing (Laforgia & Varano, 1982; Laforgia *et al.* 1982, 1983, 1985, 1990, 1991, 1993 a,b; Varano & Laforgia, 1982, 1988, 1991; Capaldo *et al.* 1991).

Therefore, according to our observations, we can suggest that *M.olivieri* should be considered an ancient species, while the other species should be considered of more recent origin.

Particularly interesting is the similarity of the ratios shown by *A.pardalis*, *A.boskyanus* (0.5/1 and 0.6/1) and *A.erythrurus*, examined in a preceding study (Capaldo *et al.* 1991). This species, in fact, with a NA/A cell ratio of 1.3/1 shows a relatively recent origin, such as the other two species.

Phylogenesis and taxonomy within the family Lacertidae have been carefully examined by Arnold (1989, 1993) and Böhme & Corti (1993). Arnold, in particular, in a study on the phylogeny and biogeography of the Lacertidae, divides this family into two sections: a holophyletic, mainly African group with advanced forms extending into Eurasia, and a primitive Palearctic and Oriental assemblage that is very probably paraphyletic. Advanced taxa occurr in mainly xeric habitats; a group of increasingly advanced forms occupy the Ethiopian region, as the genus *Latastia*, while the most advanced occurr in the Saharan area and in the drier parts of Eurasia, as the genus *Eremias*, *Acanthodactylus* and *Mesalina*.

In particular, Arnold (1989) on the basis of morphological features, associates the genus *Eremias* (occurring prevalently in the Ethiopian region) with more advanced forms as *Acanthodactylus* and *Mesalina*, rather than consider it a "sister group" of the genus Pedioplanis.

The homogeneity of the Ethiopian and Saharo–Eurasian clade (except *M.cuneirostris*) was confirmed with karyological studies on the localization of the nucleolus organizer (NOR) that, in all the species belonging to this group is of the MS type (medium-small NOR-bearing machrochromosome) (Olmo *et al.* 1991, 1993).

Our observation on the adrenal gland of *A.pardalis*, *A.boskyanus*, *E.strauchi*, *E.pleskei* and *L.longicaudata* demonstrates that the relationships between the steroidogenic and the chromaffin tissues, and the quantitative NA/A cell ratios are relatively homogeneous; *M.olivieri*, on the contrary, is quite different from these species for both the high NA/A cell ratio (3/1) and the distribution of the chromaffin tissue.

REFERENCES

ARNOLD, E.N. 1989. Towards a phylogeny and biogeography of the Lacertidae: relationships within an Old-World family of lizards derived from morphology. *Bull. Br. Mus. nat. hist. (Zool.)*, **55** (2): 209-257.

ARNOLD, E.N. 1993. Phylogeny and the Lacertidae. In: *Lacertids of the Mediterranean region* (Ed. by E.D. Valakos, W.Böhme, V. Pérez-Mellado), pp. 1-16. Athens, Bonn, Alicante: Hellenical Zoological Society.

BÖHME, W. & CORTI, C. 1993. Zoogeography of the lacertid lizards of the western Mediterranean basin. In: *Lacertids of the Mediterranean region* (Ed. by E.D. Valakos, W.Böhme, V. Pérez-Mellado), pp. 17-33. Athens, Bonn, Alicante: Hellenical Zoological Society.

CAPALDO, A., LAFORGIA, V., VARANO, L., PUTTI, R., CAVAGNUOLO, A. 1991. Distributive patterns of chromaffin cells in the adrenal gland of reptiles belonging to family Lacertidae. In: *Symposium on the evolution of terrestrial vertebrates* (Ed. by G. Ghiara), pp. 431-437. Modena: Mucchi.

CHESTER JONES, I. 1957a. Comparative aspects of adrenocortical-neurohypophyseal relationships. In: *The Neurohypophysis* (Ed. by H. Heller). New York: Academic Press.

CHESTER JONES, I. 1957b. *The adrenal cortex*. Cambridge: Cambridge University Press.

COUPLAND, R.E. & HOPWOOD, D. 1966. The mechanism of the differential staining reactions for adrenaline and noradrenaline storage granules in tissues fixed in glutaraldehyde. *J. Anat.*, **100**: 227-243.

GABE, M. 1970. The adrenal. In: *Biology of Reptilia* (Ed. by C.Gans), pp. 263-313. New York: Academic Press, London.

GABE, M. & MARTOJA, M. 1961. Contribution à l'histologie de la glande surrénale des Squamata. *Archs. Anat. Microsc.*, **50**: 1-34.

GHOSH, A. 1977. Cytophysiology of the avian adrenal medulla. *Int.Rev.Cytol.*, **49**: 253-284.

LAFORGIA, V. & VARANO, L. 1978. The influence of the interrenal steroidogenic tissue on the chromaffin cells of the adrenal gland of Lacerta s. sicula Raf: effects of the ACTH administration during the winter. *Cell and Mol. Biology.*, **23**: 379-390.

LAFORGIA, V. & VARANO, L. 1982. Morphology and distribution of the chromaffin cells in the adrenal gland of the Cordylidae. A comparative study. *J. Morph.*, **171**: 79-88.

LAFORGIA, V., VARANO, L., CAVAGNUOLO, A., PUTTI, R. 1982. Ulteriori osservazioni sulla morfologia della ghiandola surrenale degli Squamati. I Geconidi e gli Iguanidi. *Boll.Zool.*, **49** (suppl): 101.

LAFORGIA, V., VARANO, L., CAVAGNUOLO, A., PUTTI, R. 1983. La surrenale degli Agamidi: studio morfologico in alcune specie. *Atti XXXIX Conv.Naz.Soc.It. Anatomia*, 430-431. Trieste.

LAFORGIA, V., VARANO, L., PUTTI, R., CAVAGNUOLO, A., CAPALDO, A. 1985. Morfologia della ghiandola surrenale in alcune specie della famiglia Lacertidae: uno studio comparativo. *Atti XX Cong.Soc.It.Istoch.*, 164. Milano.

LAFORGIA, V., VARANO, L., CAPALDO, A., CAVAGNUOLO, A., PUTTI, R. 1990. Comparative morphology of the adrenal gland in some species belonging to the family Lacertidae. *Amphibia-Reptilia*, **11**: 123-130.

LAFORGIA, V., VARANO, L., CAPALDO, A., PUTTI, R., CAVAGNUOLO, A. 1991. Comparative morphology of the adrenal gland in selected species of the genus Podarcis. *Amphibia-Reptilia*, **12**: 153-160.

LAFORGIA, V., CAPALDO, A., VARANO, L., PUTTI, R., CAVAGNUOLO, A. 1993a. Comparative morphology of the adrenal gland in some Mediterranean species of the family Lacertidae. In: *Lacertids of the Mediterranean region* (Ed. by E.D. Valakos, W. Böhme, V. Perez-Mellado, P. Maragou), pp. 35-42. Athens, Bonn, Alicante: Hellenical Zoological Society.

LAFORGIA, V., CAPALDO, A., SCIARRILLO, R., CAVAGNUOLO, A., PUTTI, R. 1993b. Fine structure of the adrenal gland in some Scincidae. *Atti 7th O.G.M. S.E.H.*, 87. Barcelona, Spain.

OLMO, E., ODIERNA, G., CAPRIGLIONE, T., CAPUTO, V. 1991. A karyological approach to the systematics of Lacertidae (Reptilia, Sauria). *Rev. Esp. Herp.*, **6**: 81-90.

OLMO, E., ODIERNA, G., CAPRIGLIONE, T. 1993. The kariology of Mediterranean lacertid lizards. In: *Lacertids of Mediterranean region* (Ed. by E.D. Valakos, W. Böhme, V. Perez-Mellado, P. Maragou), pp. 61-84. Athens, Bonn, Alicante: Hellenical Zoological Society.

PEARSE, A.G.E. 1960. *Histochemistry theoretical and applied*. Boston: Little, Brown and Co.

SAINT GIRONS, H. 1976. Comparative histology of the endocrine glands, nasal cavities and digestive tracts in anguinomorph lizards. In: *Morphology and Biology of Reptiles* (Ed. by A d'A. Bellairs and C.B. Cox.), pp. 205-216. London: Academic Press.

TRAMEZZANI, J.H., CHIOCCHIO, S. and WASSERMAN, G.F. 1964. A technique for light and electron microscopic identification of adrenaline and noradrenaline storing cells. *Cytochemistry*, **12**: 890-899.

VARANO, L., DELLA CORTE, F., GALGANO, M. 1969. Brevi note sull'ultrastruttura delle cellule a catecolamine di Lacerta s. sicula Raf. *Atti Soc. Pel. Sci. Fi. Mat. Nat.*, **15**: 39-44.

VARANO, L. & LAFORGIA, V. 1976. Struttura e ultrastruttura dell'interrenale della lucertola (Lacerta s. sicula Raf.) in esemplari primaverili normali e dopo somministrazione di ormoni estrogeni e di reserpina. *Arch. Ital. Anat. Embriol.*, **81**: 245-262.

VARANO, L. & LAFORGIA, V. 1982. La morfologia della ghiandola surrenale degli Squamati: uno studio comparativo. *Atti XXXVIII Conv. Soc. It. Anatomia*, 407-408. Roma.

VARANO, L. & LAFORGIA, V. 1991. Evolutionary trends in the adrenal gland of reptiles. In: *Symposium on the evolution of terrestrial vertebrates* (Ed. by G.Ghiara), pp. 291-303. Modena: Mucchi.

WASSERMANN, G.F. & TRAMEZZANI, J.H. 1961. Complete separation of adrenaline and noradrenaline secreting cells in a snake's adrenal gland. *Acta Physiol. Latino-Am.*, **11**: 148-149.

WASSERMAN, G.F. & TRAMEZZANI, J.H. 1963. Separate distribution of adrenaline and noradrenaline secreting cells in the adrenal of snakes. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **3**: 480-489.

WOOD, J.G. 1963. Identification of and observations on epinephrine and norepinephrine containing cells in the adrenal medulla. *Am. J. Anat.*, **112**: 285-304.

WRIGHT, A. & CHESTER JONES, I. 1955. Chromaffin tissue in the lizard adrenal gland. *Nature*, **175**: 1001-1002.

WRIGHT, A. & CHESTER JONES, I. 1957. The adrenal gland in lizards and snakes. *J. Endocr.*, **15**: 83-99.

Mean sea level and seismic warning

Palumbo F. and Rapolla E.
Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia,
Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italy

Key words: mean sea level, hydrographic levelling, seismic precursor.

Abstract. By means of hydrographic levelling we have proved that the ground of Trieste is unstable, evidencing a significant oscillation of the ground level in correspondence to the 1976 intense earthquake of Friuli. The geodetic measurements are shown to be reliable earthquake's precursors and to provide a long term alarm system. The results have indicated that the tide gauge records of Trieste cannot be assumed as levelling reference point for MSL studies as widely thought since yet.

Riassunto. Il livello medio del mare e la sorveglianza sismica.
Mediante livellazione idrografica è stato dimostrato che il suolo di Trieste è instabile, evidenziandone una sensibile oscillazione in corrispondenza dell'intenso terremoto che colpì il Friuli nel 1976. Viene altresì provato che le misure geodetiche possono essere affidabili precursori dei terremoti e utile strumento nella sorveglianza sismica. I risultati hanno mostrato che le registrazioni mareografiche di Trieste, in quanto rilevata in una zona instabile, non possono essere assunte quale riferimento per gli studi sul livello medio del mare come si pensava fino ad oggi.

Introduction

Ground level deformations indicate reliable precursors of seismic and volcanic events (Zadro, 1992).

Ground level variations are determined both by means of repeated geometric measurements and hydrographic levelling. Since mean sea level (MSL) data are available over the Adriatic sea and allow the hydrographic levelling, we have checked, by means of the tide gauge records, whether the large earthquakes of May-September 1976 in Friuli were preceeded by an oscillation of the ground. The results have confirmed what excepted and indicated that the ground in Trieste is unstable.

Received 25.4.94, accepted 27.2.96

Data and Methods

Changes in the height of the leveling mark are usually checked by IGM (Istituto Geografico Militare). Althought the determinations are very accurate, they are expensive, require long operation times, and are observed only over long periods. Furthermore, the observations are more difficult to make on islands at a great distance from the land.

Some italian coast lines and islands are volcanic and show bradyseism movements. Reference to sea level might thus provide a simpler method of following the movements of the earth's crust. Moreover, modern technology provides equipment for real time monitoring, transmission, reception, and computation of data in a central observatory.

At Phlegrean Fields volcanic area (Naples) following a renewal of rapid uplift toward the end of 1969, changes in the height of the region above MSL were closely monitored using the usual methods of trigonometrical surveying between reference points in the rising region and others in more stable areas and also by the established but less common method of tide gauges (Vantroys, 1958). Clearly, the latter method provides the height of a fixed point on the tide gauge above sea level directly, but considerable reduction is required to relate this instantaneous (or even daily) mean sea level to the internationally adopted level. To compensate for this additional effort, the tidal records provide a continuos measure of the height, whereas trigonometrical methods give values only at the instant of observation. Moreover, trigonometrical methods require numerous intermediate stations and are therefore expensive and laborious. Corrado and Palumbo (1974) computed bradyseism movements at Pozzuoli with an accuracy comparable to that obtained by means of trigonometrical levelling carried out every month from 1970 to 1973. The success was attributed to the fact that the stable area (Naples) and the bradyseismic area (Pozzuoli) were only 10 km apart and the tide gauge stations were all located in the Bay of Naples. The removal of the similar marine and meteorological contributions at the two stations was obtained by simple differentiation of the simultaneous sea level at the two stations.

We now extend the investigation to the station of Trieste. This because of the importance of the tide gauge records of such a station for all MSL studies in the Mediterranean. We thought that the stability of Trieste tide gauge bench mark was reasonably to be checked considering a time interval including 1976 when the area was interested by two intense earthquakes ($M>4$). In order to search for stable sites nearby Trieste we have examined the available MSL records of tide gauge of northern Adria-

tic stations reported in Fig. 1 (Koper, Dubrovnik, Split Rt Marjana, Split Harbour, Rovinj, Bar) for a time interval including 1976 (PSMSL). We

FIGURE 1 – Northern Adriatic stations: TRIESTE (45°39' N, 13°45' E), KOPER (45°33' N, 13°44' E), ROVINJ (45°05' N, 13°38' E), DUBROVNIK (42°40' N, 18°04' E), SPLIT RT MARJANA (43°30' N, 16°23' E), BAR (42°05' N, 19°05' E), SPLIT HARBOUR (43°30' N, 16°26' E).

have thus examined the differences between the yearly values of MSL observed in Trieste provided by the Istituto Talassografico CNR of Trieste and the corresponding annual values of the MSL averaged over all the other stations found to be stable.

Results and discussion

The differences between the mean annual values of MSL in some selected stable stations (Koper, Dubrovnik, Split Rt Marjana, Split Harbour, Rovinj and Bar) are reported in Fig. 2. This figure indicates that all

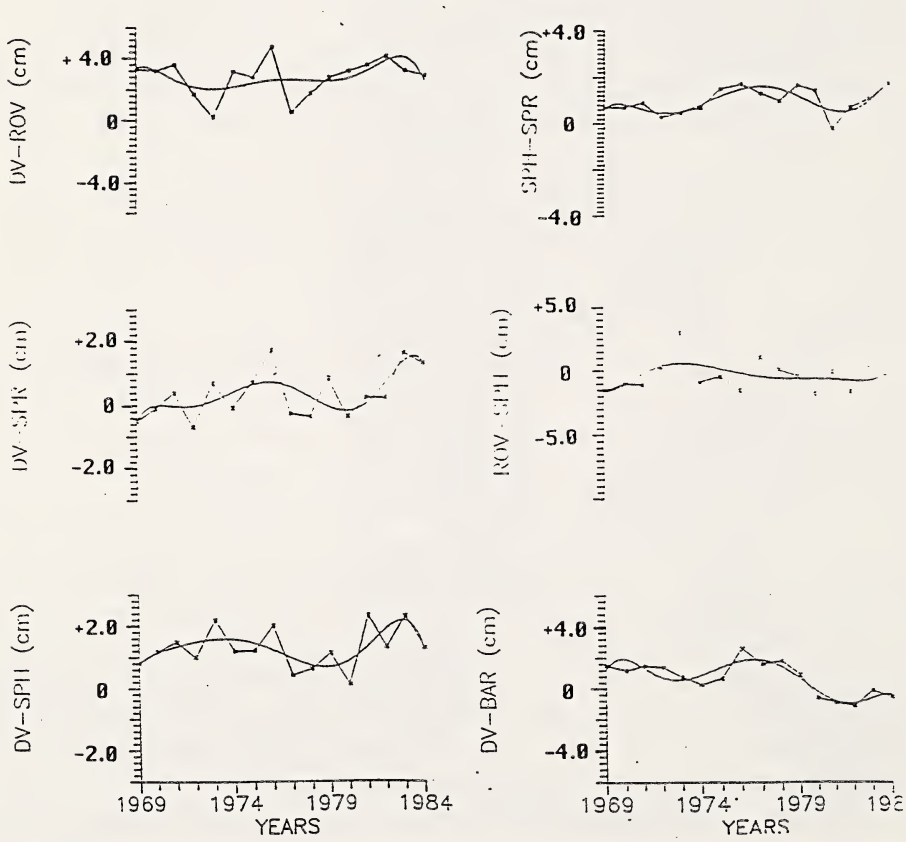


Figure 2 – Differences between yearly data of MSL recorded in each pair of tide gauge stations excluding Trieste. (DV=Dubrovnik, ROV=Rovinj, SPH=Split Harbour, SPR=Split Rt Marjana, KO=Koper, Bar=Bar, TS=Trieste). SOLID LINE= 5yr running means DOTTED LINE= observed values.

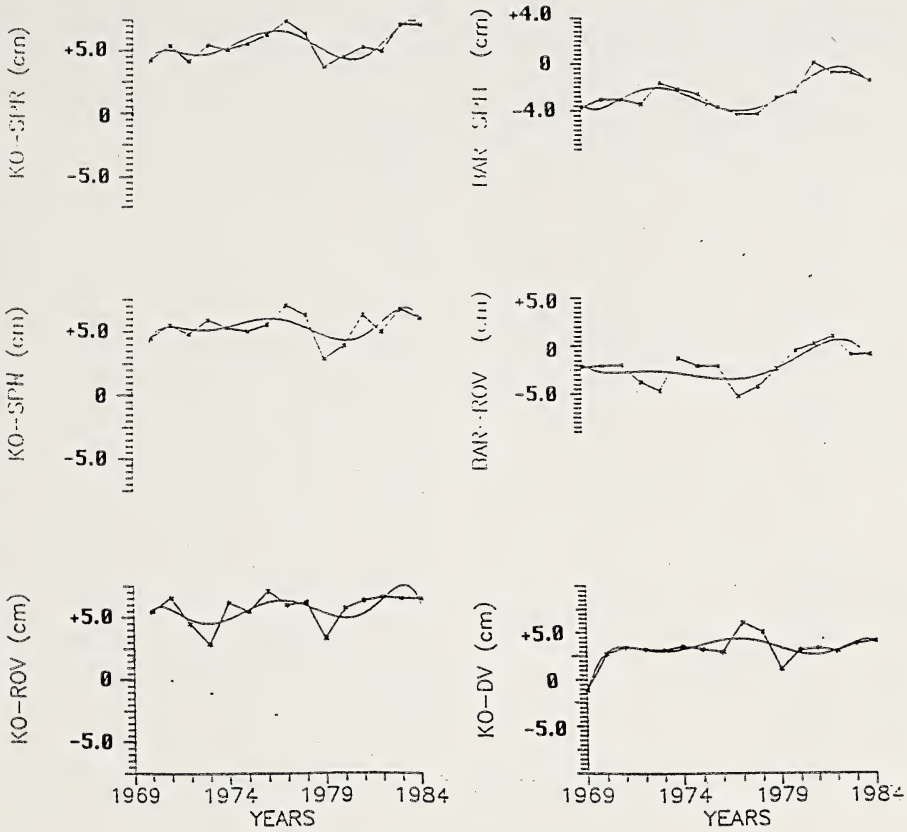


FIGURE 2 continued

the selected stations show not significant trends and long period oscillations whereas they exhibit small and randomly distributed interannual fluctuations related to the small different local response of MSL to meteorological forcing, indicating thus the ground level stability of the selected stations. Many stations such as Venice and Bakar (Fig. 3) show large time variations mostly related to the local ground unstability and were thus not considered in the present investigation.

Tab. 1 reports the yearly data of MSL in all the examined stations and the differences between the MSL observed in Trieste and the average of the MSL of all the other stable stations (Fig. 4).

The data show a significant symmetric oscillation of the ground in Trieste from 1971 to 1982 with an amplitude around 2 cm. The range of

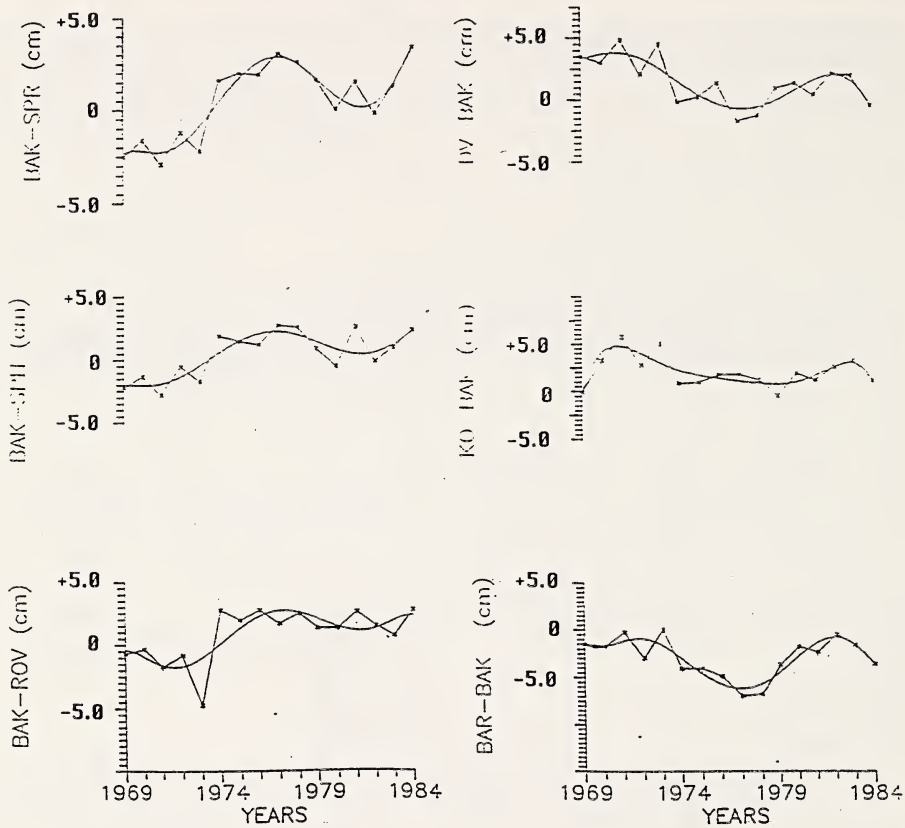


FIGURE 3 – Bakar's station shows large time variations related to the local instability of the ground.

this long term variation, being much higher than the mean interannual variability (0.4 cm), indicates the heigh statistical significance of the former. Such a result may be related to the contemporary vertical oscillation of the ground with an amplitude of 7 cm in the Friuli epicentral area, ascertained by the National Levelling Service (IGM).

In conclusion, the present paper has shown the utility of MSL studies which yielding continuos records of MSL differences between the tide gauge bench marks in tectonic stable and unstable areas allow to obtain information on the vertical movements of the ground in tectonic unstable areas and hence provide a simple method to detect precursors of large earthquakes. Moreover the results emphasize the utility of warning the ground level deformation throught the hydrographic levelling in our

TABLE 1 – Yearly data of MSL (in cm) in the examined stations and the differences between the MSL in Trieste and the average of the MSL of all the other stable stations.

	DV	ROV	SPH	SPR	KO	BAR	TS	TS–MED
1967	15.1	14.0	14.6	9.5	10.5	9.8	9.4	−2.9
1968	16.8	15.5	15.8	11.0	11.5	12.4	11.4	−2.4
1969	21.6	19.6	21.1	16.4	9.5	17.4	15.3	−2.3
1970	20.0	18.1	19.1	14.4	13.0	16.1	13.8	−3.0
1971	18.5	16.2	17.3	12.4	11.9	14.3	11.6	−3.5
1972	16.0	15.6	15.3	11.0	11.1	11.9	10.5	−3.0
1973	13.8	10.2	11.9	7.4	8.5	10.3	7.0	−3.4
1974	16.0	14.2	15.1	10.4	12.5	13.0	10.5	−3.0
1975	13.2	11.8	12.3	6.8	8.5	9.8	9.0	−1.4
1976	13.7	12.2	12.8	9.1	9.1	11.2	9.7	−1.8
1977	14.6	15.5	14.5	9.2	12.0	10.3	12.1	−0.6
1978	17.5	17.2	17.2	12.2	13.1	13.0	14.1	−0.9
1979	20.6	19.3	19.8	14.1	12.7	17.0	16.0	−1.3
1980	19.3	16.8	18.7	13.2	13.2	16.4	13.3	−3.0
1981	19.2	17.1	17.2	13.3	13.4	17.4	13.9	−2.4
1982	18.0	15.3	17.0	12.1	12.6	17.4	11.7	−3.5
1983	16.5	14.7	14.5	9.2	11.8	13.9	11.2	−2.2
1984	19.6	18.0	18.5	12.5	14.5	17.3	14.4	−2.3

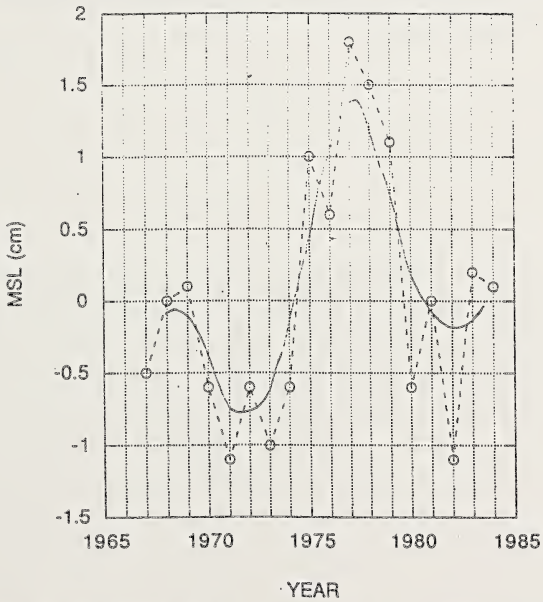


FIGURE 4 – Differences between the MSL observed in Trieste and the average of the MSL of the other stable stations. SOLID LINE= 5yr running means DOTTED LINE= observed values.

country being the majority of seismo-volcanic systems located along the coastal lines.

Finally the present results warn us to consider the tide gauge records of Trieste as reference data for MSL studies as widely assumed since yet.

REFERENCES

CORRADO, G., A. PALUMBO, 1974. Recente evoluzione del bradisisma flegreo. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **83**: 1-12.

MAZZARELLA, A., A. PALUMBO, 1982. Mean sea level variations and their practical applications. *Jour. Geoph. Res.*, **87**: 4249-4256.

MAZZARELLA, A., A. PALUMBO, 1989. Recent changes of mean sea level in the Mediterranean area. *Boll. Oc. Teor. ed Appl.* **7**: n. 4, 285-293.

PSMSL, 1995. Montly and annual mean heights of sea level. Permanent service for mean sea level, Institute of Oceanographic Science, Birkenhead U.K.

VANTROYS, L., 1958. Note sur l'utilisation de la surface libre des mers dans les operations de nivellement. *Bull. Geod. Fr.*, **52**: 80.

ZADRO, M., 1992. Tilt and strain variations in Friuli, NE-Italy after the 1976 earthquake. "Earthquake Prediction", M. Dragoni and E. Boschi Editors.

Mean sea level fluctuations and volcanic activity

Palumbo F. and E. Rapolla
Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia,
Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italy

Key words: mean sea level, earthquake triggering, volcanic warning.

Abstract. Significant lunar M2 tidal term, related to the corresponding lunar oscillation in mean sea level (MSL), has been identified in historical series of earthquakes recorded around Vesuvius, Phlegrean Fields and Hawaii volcanoes. Both the amplitudes and the significance level of such tidal term, increasing with the volcanic activity, are proposed as precursors of eruptions.

Riassunto. Oscillazioni del livello medio del mare e attività vulcanica. Nelle serie storiche dei terremoti registrati intorno al Vesuvio, ai Campi Flegrei ed ai vulcani delle Hawaii è stato identificato un significativo termine mareale lunare M2. Tale termine risulta collegato alla corrispondente oscillazione del livello medio del mare (MSL).

Inoltre sia le ampiezze che il livello di significatività di tale termine aumentano con il livello di attività vulcanica e perciò vengono proposte come precursori delle eruzioni vulcaniche.

Introduction

The possible influence of mean sea level (MSL) variations on volcanic activity has been hypothesized (McGuire, 1992), but quantitative data and the statistic level of significance of the correlation is rarely reported in the literature. The present paper searches for the relationship between the MSL variations and the seismo-volcanic activity and discusses also the reliability of the obtained results.

In more detail, the paper tries to answer to the following questions: May MSL variations:

a) help in warning volcanic and seismic events? b) trigger the volcanic activity?

Received 25.4.94, accepted 26.2.96

Data

The data analysed are:

Phlegrean Fields (40^0 49' N latitude; 14^0 04' E longitude). The available shocks were recorded by the local seismic network. Two separate groups of data were analysed, according to two different level of volcanic activity: n^0 1064 shocks with magnitude less than 2 were recorded from 1975 to 1980 (Palumbo, 1985) during a very low volcanic activity period; n^0 100 shocks with magnitude higher than 2 were recorded during the high volcanic activity (bradyseismic) period, from 1983 to 1984 (Luongo et al., 1996).

Vesuvius (40^0 49' N latitude; 14^0 24' E longitude). Imbò (Imbò, 1959) has computed hourly indices of seismic activity at the Vesuvius during the interval between March 13 and April 3, 1944, corresponding to the last eruption of the volcano. Two different groups of these high quality data corresponding, respectively, to a lower and a higher level of volcanic activity were separately analysed. Another set of 694 shocks from 1972 to1993 (Luongo *et al.*, 1996) having magnitude higher than 2, was also analysed. The latter were observed by the local volcanic seismic network during the present quiescent state of the volcano.

Hawaii volcanoes : to compare the Phlegrean Fields and Vesuvius results with those relative to other different volcanic areas n. 31130 local shocks recorded by the Hawaii Volcano Observatory (NOAA) during 1970-1976; (17^0-22^0 N, 152^0-157^0 W), were also analysed.

Methods of analysis

For the determination of the M_2 tidal term in the seismic data an adjusted version of the Chapman-Miller Method (CMM) was applied. The M_2 term in MSL was obtained by means of routine tidal analysis.

When the geophysical data are poor and randomly distributed, the CMM requires some simple adjustments. The index v' (lunar phase integer) of the day of each event can be computed according to Sugiura and Fanselau (1966) or to other techniques (Malin and Chapman, 1970). The events can be entered in a matrix (24×12): the 24 columns correspond to the 24 mean local solar hourly intervals; the 12 rows correspond to the

lunar index v'. One can look then for correlation with the peak of the actual tide and with spectral components.

In the first case, since $\tau = t\text{-}v'$ (t and τ denote respectively the solar and lunar time measured from local lower transit of the mean sun and moon), one can obtain the distribution of the events according to lunar hours and look for correlation with the time series of the actual tidal stresses.

If one searches for spectral determinations at least one information for each row of the matrix is required. The 12 sum– sequences can thus be worked according to Malin and Chapman (1970) that provide also the vector probable error (v.p.e.) of each determination.

If N is the number of days of the entire series of data examined, the number of days for each sum sequence is N/12. The amplitudes of the diurnal waves A in each sum-sequence are N/12 times the actual ones A_a, i.e. $A=A_a/12$. If N_s is the N total number of signals occurred during the time interval of the series of data, the mean value of the figures entered in the matrix is N_s (12×24). The ratio

$$\frac{A_a N/12}{N_s/(12\times 24)} = \frac{A_a}{N_s/(N\times 24)}$$

indicates the value of the amplitude given by the routine program. One can obtain then the percentage of the diurnal amplitude of the single wave with respect to the hourly mean value of the geophysical signal.

The routine program written by Malin and Chapman (1970) provides also the vector probable error of each determination, that is the scattering of the individual harmonics calculated from separate nonoverlapping subgroups of data from the one obtained from the whole series of data. A determination is significant at 0.05 level when the amplitude is 2.08 times its probable error.

Results

In the time domain it can be noted that the two recent events of ground uplift at the Phlegrean Fields during 1970 and 1982 were found to be preceeded by an anomalous large increase of oceanic loading (Palumbo, 1985). A significant covariance of the annual cycle of oceanic loading with the number of shocks was also ascertained.

In the frequency domain, the determined main tidal M_2 terms in seismic data are schematically reported in Table 1.

TABLE 1

VOLCANO Name	AMPLITUDE in the seismic M2term	TIME OF MAXIMUM OCCURRENCE (hr)	LEVEL OF VOLCANIC ACTIVITY	VENT
Phlegrean Fields 1982-83	10 ± 4.3	3.5	low	closed
	72 ± 16	3.0	high	
Vesuvius 1944	51 ± 23	4.3	high	
	85 ± 32	9.5	very high	open
Vesuvius 1972-93	21 ± 9	0.1	quiescent	closed
Hawaii	3 ± 1	3.7	all	open

The amplitudes indicate the percentage of the lunar semi-diurnal amplitudes with respect to the mean hourly number of shocks. For the data of Vesuvius 1944, the amplitudes are the percentage with respect to the hourly mean value of the seismic index computed by Imbò (1959). The times of maximum occurrence are the lunar hours after the lower local lunar meridian transit.

The MSL amplitude (11.6 cm) and the phase angle (260^0) of the lunar M_2 component have been determined, from the tide gauge records of the stations located in the Bay of Naples, according to routine tidal analysis.

It is worth noting that all determinations were obtained at a significance level higher than 0.05. Similar results have been obtained for other principal tidal terms.

DISCUSSION

Question a) May MSL variations help in warning volcanic and seismic events?

Vertical movements of the ground are reliable precursors of seismic and volcanic activity. Since the great majority of active volcanoes and

seismic areas are located along coastal lines or on islands the hydrographic levelling is more suitable to detect the vertical movements of the ground that are volcanic and seismic precursors.

If one or more mareographic stations are located in the stable area nearby another tide gauge station located in an unstable seismic or volcanic site, the hydrographic levelling may be obtained by computing the differences between the MSL at the two stations. Such differences can give a significant estimation of the vertical movements of the mareographic bench mark located in the unstable station.

Successful results were obtained in the Bay of Naples by the use of hydrographic levelling between the unstable site of Pozzuoli and the stable one in Naples (Corrado and Palumbo, 1974) providing nowaday routine measure of the vertical movements of the ground in that unstable area.

To correlate MSL variations to the ground level ones, statistical approach requires the availability of numerous fluctuations. The tidal variations seem thus to be the most appropriate data sets. Tidal terms may be obtained by routine tidal analysis or by means of the more sophisticated CMM summarized above.

Coherent non tidal long term oscillations in MSL and ground level may also be easly determined owing to their large amplitudes. The contemporary tidal (and non tidal) components that would be present in both the MSL and the ground level data would indicate the possible physical relationship between themselves on one hand and let identify in the ground level variations induced by MSL ones, a signal of seismic hazard on the other.

Question b) May MSL variations trigger the volcanic activity?

The Neapolitan area, where about 3 million of people live, is located between two active volcanoes (Vesuvius and Phlegrean Fields). In Europe this is the area with the highest volcanic risk; the magmatic chambers of both volcanoes lay below the Bay of Naples. If a chaotic structure of these volcanic systems is identified, a possible response of the volcanic activity to an external excitation such as the MSL variations may be expected.

A fractal approach to both volcanic systems was successfully applied and showed that the volcanic seismicity can be much better described as a fractal structure than as an euclidian one (Luongo *et al.*, 1996 a,b).

Both volcanic systems are at present in a self-organized critical state in which a minor event like shess from oceanic tidal effects (Chiaruttini, 1976) and from the body Tide, may start a chain reactions that can affect any number of elements in the system.

The small amplitude at Hawaii may be related both to the low viscosity of the lava and to the open vent at this volcano. The results for the Phlegrean Fields and for Vesuvius show that the lunar amplitudes and their significance increase with the level of volcanic activity.

The significant lunar tidal term M_2, obtained in the different examined volcanic areas, indicate that the lunar triggering effect is related both to the structure of each volcano and to the level of their volcanic activity. This would show that the tidal M_2 term may be assumed as a seismic precursor and hence as an eruption hazard indicator. From a physical point of view when the magma is inside the magmatic chamber, the tidal induced oscillation do not interact with the solid structure of the volcanic building and does not thus stress them. When the level of activity is high there is reasonably a magmatic intrusion in the rocks. In this case the tidal oscillation of the fluid magma will interact with the surrounding rocks stressing and microfracting them and hence causing the tidal related earhquakes evidenced by the present analysis at Vesuvius and Phlegrean Fields during high level of volcanic activity.

Acknowledgements

The present work has been developped in the framework of the EC research project EV5V-CT93-0266 "Relative sea level changes and extreme floading events around European coasts".

REFERENCES

Chiaruttini, C., 1976. Tidal load on the Italian peninsula. *Geophys. J.R. astr. Soc.*; **46**: 773-793.

Corrado, G., A. Palumbo, 1974. Recente evoluzione del bradisisma flegreo. *Boll. Soc. Natur., Napoli*, **83**: 1-9.

Imbò, G., 1959. Oscillazioni a periodo semidiurno lunare dell'attività eruttiva vesuviana. *Atti VIII Conv. Annuale Ass. Geof. Italiana.*

Luongo, G., A. Mazzarella and A. Palumbo, 1994. A fractal approach to clustering of 1983-84 seismicity in the Campi Flegrei Caldera, Southern Italy. *J. Geoph. Res. Lett.* in the press.

Luongo, G., A. Mazzarella and A. Palumbo, 1996. On the self organized critical state of Vesuvio volcano. *Jour. Volc. and Geoth. Res.* **70**: 67-73.

Malin, S.R.C., S. Chapman, 1970. *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, **19**, 15.

McGuire, W.J., 1992. Changing sea levels and erupting volcanoes: cause and effect. *Geology Today*, **8**: (4), 141-144.

NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration): U.S. National Geophysical Data Center Boulder Colorado Issue n. 80303.

Palumbo, A., 1985. Influence of external tidal and meteorological forces on the bradyseismic phenomenon in Phlegrean Fields. *Il Nuovo Cimento* C, 8, 538-551.

Palumbo, A., 1986. Lunar and solar tidal components in the occurrence of earthquakes in Italy. *Geophys. J. R. Soc.* **84**, 93-99.

Sugiura M., G. Fasenlau, 1966. NASA Report X 612-66-401, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland.

Triassic estherids from Salerno (Southern Italy): preliminary notes

Barbera C., Lamagna R. e Signore M.
Dipartimento di Paleontologia, Università degli Studi Federico II, Napoli, Italy

Key words: Crustacea, Lagerstätten, Triassic., South Italy

Riassunto. Esterie triassiche del salernitano (Sud Italia): Nota preliminare.
Viene segnalata, per la prima volta, nel Norico del salernitano la presenza di Esteridi ed in particolare di *Isaura minuta* (Von Zieten). I ritrovamenti sono avvenuti nella zona di Giffoni Vallepiana ed in particolare alle pendici di M. Pentime nelle dolomie bituminose che per lungo tempo hanno fornito materiale sfruttato nelle minire di ittiolo. Queste dolomie si erano depositate in bacini anossici in ambiente marino come testimoniato anche dagli altri fossili rinvenuti (molluschi, vertebrati). La presenza di esterie in questi sedimenti, dato che queste forme sono sicuramente di acqua dolce fa ipotizzare l'esistenza nelle immediate vicinanze di terre emerse e di bacini fluviali ove questi organismi potevano vivere. In un appendice alla fine del lavoro è stata effettuata una messa a punto sistematica del taxon.

Abstract. In this paper there are the preliminary considerations about the findings of estherid crustaceans in the Norian of Salerno area. The anoxic basin in which the estherids have been found was marine environment, as confirmed by the fossils of many fishes, but the estherids were not marine beings. Thus, it may be that there were sweet water apports in the shallow coastal basin of the area.

Introduction

The excavations in the area around Salerno are known from the beginning of this century. In the first years of the 1900s, in need for fossil fuels, mining facilities were built in many areas in Italy, searching for black shale limestone, in which fossil fuel may be found. In Northern Italy,

Received 23.6.95, accepted 26.1.96

this activity was well developed, and the "ittiolo" (= fish oil), the fuel extracted from the Triassic black rocks, was used in many ways, mainly in producing medical remedies. To exploit this new field of production, in the area around Salerno flourished many extraction facilities. The product was called "saurolo" (= reptile oil). Nowadays the mines are abandoned, standing with their stony carrions, battered and crumbling from the strikes of time. But in these areas, since the beginning of the century, were noted fossils. The main fossil being from these area are fishes. Primitive bony fishes with a still heavy armor, not the slender and swift forms living today. But along with fishes, were found many other animals. Among them, some small crustacean, the estherids.

In this paper we outline the ecology of this group, and the possible environment in which they died.

Systematic and paleoecology

The small freshwater crustacean known as estherids are an order of the subclass Diplostraca (see Appendix one), called Conchostraca. The specimens from Salerno area seem (at a first analysis) to belong to the suborder Spinicaudata, but further studies (now in progress) are needed to determine the superfamily.

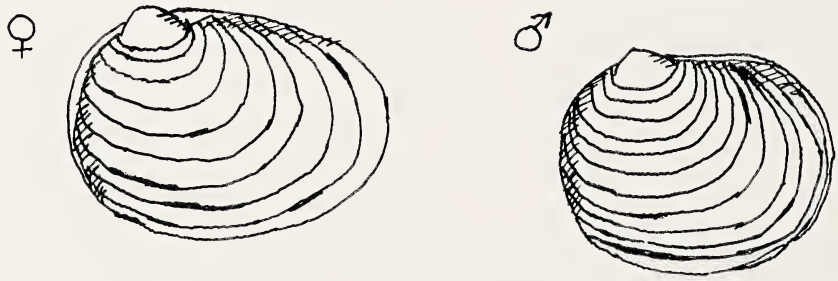


Figure 1 – Specimens of *Isaura minuta*, the possible genus of the Salern area. Note the sexual dimorphism x 5.

The sampled specimens have an anathomy similar to the general appearence of the order Conchostraca. They show a shell composed of two valves, laterally compressed, that encloses the soft body. The carapaces, formed by two distinct parts (Tasch, 1969), one chitinous and one

membranous, has well marked growth lines, that are different for the various genera. The lines reflect successive moltings, i.e. in addition to the ecdysis, the animal adds a new line of growtth periferically to each valve. The number and the width of these lines vary, according to the genus, environmental condition, and sex. In fact, the conchostracans show a well marked sexual dimorphism, that is very evident even in the fossil specimens.

Although the most of living conchostracans display various ornamentations, in the specimens from Salerno we have not yet observed precise patterns of ornamentation. But this may be due to a bad fossilization of the shells, as well as due to a heavy transport of the shells themselves, that may have obliterated the most visible features.

The orientation of the carapace is easy. The umbonal area is the dorsal part, and the head of the animal was about under the umbo.

Sometimes, the fossil conchostracans show soft parts. This is of great help, especially with the eggs, since it separate clearly the female from the male. Sadly, this doesn't seem the case of the specimens from Salerno, even though in one specimen (until now) it seems to be a cast of soft parts.

The main habitat of these crustaceans happen to be the small, temporary, alkaline inland ponds (Tasch, 1969). These ponds are never very large, and usually host only one species of a particular genus. The same thing occurs with fishes, hence the cohabitation appears possible only when the ponds in which they live became connected with some greater water bodies (e.g. rivers, or lakes) (Frank, 1988).

Anyway, the conchostracans have been found even in spring water and in coastal salt flats.

The paleozoic Conchostracan come from a marine environment, and are associated with many forms, included trilobites and ammonoids, as well as in the coprolites of coelacanths (Tasch, 1969). Possibly, the most recent forms began to live in the estuarine systems (as noted by the Irish genus *Limnestheria*, from the Carboniferous, in Tasch, 1969). According to fossil evidences, it seems that from the Carboniferous the conchostracans migrated to the freshwater environment. This event may not have been at one time, but more possibly it happened in several "pulses" at different times.

From the Mesozoic we find estherids in fresh waters. This may be a problem when we find them in strata that are usually marked as marine. And this seems to be the case of the Salerno area.

The anoxic basins around Salerno

The samples collected around Salerno, especially from Giffoni Vallepiana include many fishes, some reptilian remains (mainly teeth of a possible thalattosaurid), and the conchostracans. Now, the strata from which the samples come are made by black shale. This marks an anoxic bottom in a shallow coastal basin. The evidences found in the area show that the anoxy was not constant, but was alterrnated with normal salinity. Hence we may think that the basin of which Giffoni was a part was interested by periodical current changes, that determinated the anoxic condition. During the "normal" stages life could be as in any other coastal basin, but during the anoxic stages the prohibitive environmental condition that settled down would have made life impossible. At this stage the only life in the basin was a cyanobacterial mat, that covered anything (as in other Lagerstätten, e. g. Solnhofen, Holzmaden, Bolca, Pietraroia), allowing the typical fossilization of the Plattenkalke basins.

Aside from the mechanicals of the Plattenkalke basins, that are not the objective of this paper, the point is: how did the estherids come in the basin, and when ?

It may be possible that around the area of the basin there was many small islands, but for the spreading of the estherids any land mass may be useful. As noted before, the conchostracan can live in any temporary pond. Another important fact is their eggs. The conchostracan eggs can hatch even after bad environmental conditions. Studies show how they hatch at approximatively the same time even when they have been kept dry, frozen, or moist (Tasch 1969). Moreover, eggs are laid at every ecdysis, attached to the old exopodite cuticle. Thus there are many generations of eggs in a short time. And the eggs can be transported by the water as well as by wind.

Hence, if we hypotize that around the anoxic basin there was even a small land mass, surely it would have rain on it, and the draining waters brought the conchostracans from their ponds to the sea, where they died, or arrived already dead. This seems the most acceptable explaination of freshwater forms in a marine basin, at least until more studies on these conchostracan may be done.

Appendix one: Systematics

In this Appendix (mainly from Tasch, 1969, and Reibl, 1962) is repor-

ted the systematics of Conchostraca found the Salerno area, according to the preliminary hypothesis.

Phylum Arthropoda
Subphylum Crustacea
Class Branchiopoda
Subclass Diplostraca
Order Conchostraca
Superfamily Spinicaudata
Family Isauridae
Genus *Isaura*
Isaura minuta (Von Zieten, 1833)

The studied material appears to belong all to this species, but we are still not sure about the subspecies, since the specifical marks have not yet been studied, and we are still waiting for material.

Anyway in this this preliminar note is for the first time marked a continental species typical of German Upper Keuper in deposits of Salerno area until now cnsidered of marine environment.

REFERENCES

Barthel K.W., Swinburne N.H.M., & Conway Morris S., 1990. Solnhofen. A study in Mesozoic paleontology. 236 pp., Cambridge U.P.

Frank P.W., 1988. Conchostraca. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, **62**: 399-403.

Reible P., 1962. Die Conchostrachen (Branchiopoda, Crustacea) der germanischen Trias, *N. Jb. Geol. Palaont.*, Abh: **114**: 169; 244.

Tasch P., 1969. Branchipoda. In Moore R.C. (ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology*. (R) **4/1**: 128-191.

Tasch P., 1987. Fossil Conchostraca of the Southern Hemisphere and Continental Drift. Paleontology, Biostratigraphy and Dispersal. *Geol. Soc. Am. Mem.* **165**: 1-290.

A miocenic reef near Catanzaro, Calabria, South Italy

Barbera C., Bilancio F., Giordano P.
Dipartimento di Paleontologia Università degli Studi Federico II, Napoli, Italy

Key words: Reef, Miocene, South Italy

Abstract. On this work we describe a miocenic reef with Porites and Tarbellastrea near Vibo Valentia (South Italy).

This reef of miocenic age lie on cristalline basement and is heteropic to sands with Clipeastrids. We describe a stratigraphic section made about 100 m fom this reef to clear the relation between the different formations of the sequence.

Riassunto. Una scogliera miocenica presso Catanzaro (Calabria) Sud Italia.
Nel presente lavoro si descrive una scogliera miocenica affiorante presso Vibo Valentia. Da un rilievo geologico particolareggiato della zona si è ricostruita una successione stratigrafica dell'area ove sono state riconosciute le seguenti unità litologiche:

Graniti e grano dioriti, non estesamente diffusi nella zona in esame.

Scisti cristallini, formati da gneiss biotico-granatiferi.

Sabbie argillose verdi-grigiastre, poggianti su basamento cristallino, datate Miocene Medio.

Arenarie e sabbie grigie e giallastre, diffuse in tutta l'area, datate Miocene Superiore.

Argille grigie-azzurre, di spessore modesto, la loro età è Miocene Superiore (Messiniano).

Calcari biancastri datati Miocene Superiore (Messiniano): rappresentano, con la formazione precedente, la chiusura della trasgressione Miocenica.

Marne bianche (Trubi), si ritrovano esclusivamente lungo la fiumara Traeniti e segnano l'inizio della trasgressione Pliocenica.

Conglomerati sciolti, si rinvengono presso Vena Inferiore: sono del Quaternario.

La scogliera si trova a circa 100 m. NE dalla sezione poggia sul basamento cristallino ed è costituita essenzialmente da *Porites* e *Tarbellastraea*.

Introduction

The upper Miocene of Calabria is represented by sandstones with Clypeastrids who pass to fossil coral reefs made by *Porites* and *Tarbel-*

Received 23.6.95, accepted 26.1.96

lastrea. Those reefs are recognisable near Vibo Valentia (fig. 1). The reefs are built on metamorphic basement made by granite or gneiss or on the grainstones with Clypeastrids and pass to grainstones with red Algae, Molluscs, Brachiopods, Echinid and larger Foraminifera.

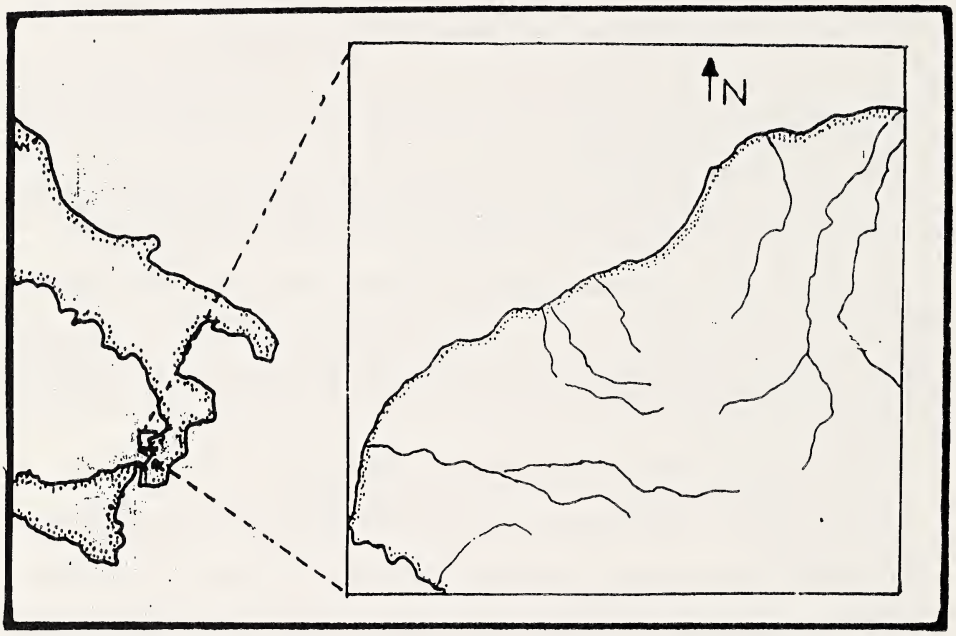


FIGURE 1 – Location of the area.

Among the Authors that have studied this area, we note the following: Seguenza G. (1879), Neviani A. (1887), De Stefani C. (1887), Cortese E. (1895), Checchia-Rispoli G. (1937), Zuffardi-Comerci (1937), Nicotera P. (1959), Chevalier (1967), Morelli et al. (1969), Ogniben L. (1973), Civetta I. *et al.* (1973), Fatton E. (1973), Ortolani F. (1975), Barbera C.-Tavernier A. (1988-1989), Saint Martin (1990), Demarq G. (1989-1990). A lot of them mark that corals building were present in this area.

Chevalier (1967) spoke about one miocenic reef near Vibo Valentia; he says that this reef is the most important of the area.

Barbera and Tavernier (1989) studied different sections near Vibo Valentia and described the sequence who is made by pebbles, sandstones with Clypeastrids and covered by trasgessive sediments of the late Pliocene.

Geological situation

The area is the flattened top of a geological structure that represent the slope toward the sea in which we recognize an hydric radial circulation with a torrential system. This kind of circulation make the deep canyons that we can observe.

On the paleozoic metamorphic basement we found a Cenozoic sedimentary sequence made by:

1) Sand with clays green-grey of various size in which we note a carbonious level with Ostreids and Ceritiids.

2) Sandstones and grey yellow sands of various size and with a different degree of cementation with a lot of different fossils (we recognise Clypeastrids, Pectinides, Heterostegineds, Brachiopods, Ostreids, Chelonians, theeths of fishes and bones of sea mammals). On this sand we can found pieces of coralline biocostrutions similar to those found near C.Pioppo (near military airport of Vibo Valentia) The most important species present is *Porites stratiformis*.

3) Grey-blue clays without macrofossils that pass on the upper part to "Tripoli"-like marls. Those clays contains many lignitiferous levels.

4) White-yellow dusty friable limestone, in horizontal banks which lie on the grainstones with Clypeastrids and on the clays that in turn are eteropic with the grainstones.

All those levels are dated between the Tortonian and Messinian.

The stratigraphic section

A stratigraphic section located near the road between the military airport of Vibo Valentia and the village of Cessaniti in a location called "Stretti" has been studied in detail.

This section ranges from 450m to 508m above sea level. Their thickness is about 58m (Fig. 2).

We can observe essentially two kinds of lithotypes. At the base of the sequence we observe a sandy-clay formation with a lens of black clay very rich in *Crassostrea gryphoides*. Upon it we find sands and sandstones with a various degree of cementation, grey at the base and becoming yellow toward the top.

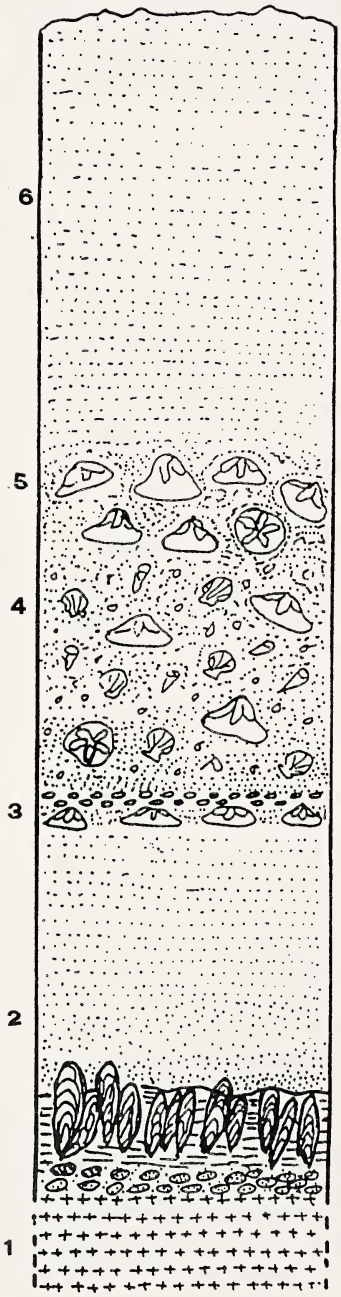


FIGURE 2 – Field view of the quarry.
1 - Granits; 2 - Grey-blue sands; 3 - level witrh very little Clypeastrids; 4 - Sands with Heterosteginids, Pectinids, Ostreids, internal cast of Gastropods and rare Clypeastrids; 5 - level with big Clypeastrids; 6 - Yellow sands without fossils.

The reef

The reef that we can observe near Contrada Pioppo has a lenght of about 1km and is fragmentarily exposed. Only in one place its lenght is about 200m and high about 35m. Outside the reef we find bioclastic sands rich of Bryozoans, Echinids and Red Algae.

Fauna composition

The exposed part of the reef is made by:

Porites stratiformis (Seguenza)

Porites calabricae (Chevalier)

Tarbellastrea reussiana (Milne-Edwards and J.Haime) referred by Zuffardi to *Heliastrea reussiana*.

These corals are the main frame of the reef.

Porites calabricae is different from the other neogenic species by 3 cycles of growth, sometimes incomplete, and by the morphology of radial elements.

Tarbellastrea reussiana is a placoid coral, with circular chalice, tree cycles of septa, and the lamellar columella due to the fusion of septa.

Bryozoa and *Melobesiae* are associated with the reef.

On this reef, where the *Porites* are dominant, Melobesioids incrust the lower necrotic parts of colonies. Often they made a film that uniformly covers the corals. The gap between colonies of *Tarbellastrea* are often filled by melobesid; Bryozoans have a rule similar that the calcareous algae.

Coffey (1972, 1977) says that Briozoans reinforce the main frame of the reef with their encrunstation and their growth. They encrust the block of coral colonies filling the gaps and occupying the intracorallian and intracolonial cavities. They are abundant on the surface of *Porites* skeletons. The contribution of this encrustation to the general coesion of the coralline building is real, but is limited. On intracorallian filling we found Brachiopods, Molluscs, Echinids, Foraminiferids, Radiolars:

Terebratula sinuosa Brocchi

Pecten benedictus Lamarck

Flabellipecten besseri Andrejozwski

Pecten subarcuatus Tournover

Flabellipecten costisulcatus Almena

Flabellipecten flabelliformis (Brocchi)

Flabellipecten pasinii (Meneghini)
Flabellipecten planosulcatus (Matheron)
Flabellipecten solarium (Lamarck)
Amussium cristatum (Fontannes)
Amussium destefani (Ugolini)
Chlamys macrotis (Sowerby)
Chlamys malvinae (Dubois)
Chlamys multistriata (Poli)
Chlamys scabrella (Lamarck)
Chlamys scabriuscula (Matheron)
Ostrea lamellosa Brocchi
Pycnodonta navicularis (Brocchi)
Clipeaster campanulatus acuminatus Desor
Clipeaster campanulatus redii Wright
Clipeaster cottreaui Lambert-Thiery
Clipeaster formosus Seguenza
Clipeaster insignis Seguenza
Clipeaster portentosus Desmoulins
Clipeaster redii Wright
Heterostegina sp

We found the same species, although with different area and stratigraphic distribution in particularly important places of the studied area that we can correlate to "Stretti" of Cessaniti. The fauna of arenaceous formation with Clypeastrids are uniformly distribute on the section and the organisms are preserved in their life position. There isn' t any particular orientation. The black clay level at the base of the sand shows many *Crassostrea gryphoides* with shell boring due to Clionids and *Lithophaga*. The clay level is in correlation to the levels in other locations of the area where we found also two species of *Terebralia lignitarum*, *Terebralia* sp., rare Ostracods (*Miocyprideis*) and Foraminifera (*Pyrgo depressa*, *Sigmoilina tenuis*, *Spiroloculina canaliculata*, and *Elphidium macellum*). All those fossils give indication of particular environmental conditions.

We try to obtain by diversity index (Gleason's formula: d=S-1/logN) the degree of heterogeneity of the population. (Fig.3).

The presence on the upper part of Miocene of great reef made exentially by *Porites* has been noted by Chevalier (1967), St. Martin (1990), and Bosellini (1993).

The most part of the hypothesis are based on the Messinian Salinity Crisis, that augmented water salinity. In the Tortonian we can spot a few builder species following the climate cooling. It is supposed that even the

Upper Miocene scarcity of species was due to the upwelling of cold water from the deep sea.

Those condition allowed the *Porites* to become the mediterranean main species. The upwelling didn't brought immediatly to reef development; the building activity of *Porites* was due to the lessening number of Diatoms, that was very common during the upwelling.

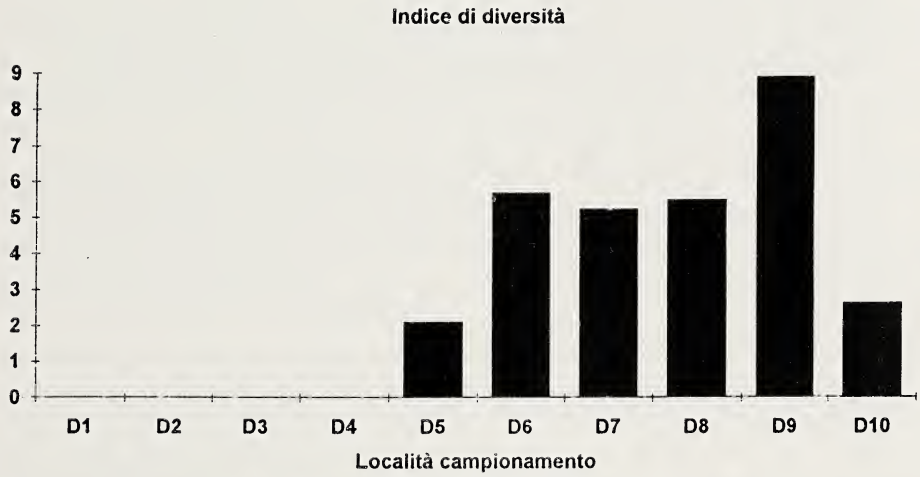


FIGURE 3 – Variation of diversity index in the different localities of the area.

All the above allows to point out that the upwelling controls the holigotypic *Porites* reef building.

This reef explosion and the algal buildings in Mediterranean at the end of Miocene suggests an upwelling presence along with a communication with the Atlantic Ocean.

In the studied reef there are no holigotypicity characters, since *Porites* and *Tarbellastrea* are present with 65% and 35% respectively.

Hence we can suppose that in the Mediterranean Sea we have two separate moments of coral buiuldings: the first (Tortonian), with a differenciated fauna, and the second (Messinian), with the presence of the genus *Porites*.

Recently (1993) Bosellini recognizes in Puglia a Pre-Messinian reef with chracters analogous to the ones we studied.

The affinities are still with the Atlantic Ocean, in fact in the Middle Miocene all the contacts with Indo-Pacific are closed.

REFERENCES

BARBERA C.-TAVERNIER A., 1988. Paleontologia della successione miocenica di Vibo Valentia. Atti IV Symp. Ec. e Paleoec. Com. Bent. Sorrento 1988.

BARBERA C.-TAVERNIER A., 1989. Osservazioni paleoambientali su un banco di ostriche del Tortoniano di Capo Vaticano (Calabria, Italia). Lavori S.I.M. Atti Congr. 1987, Sorrento, p. 409-416.

BOSELLINI A., 1993. La scogliera miocenica di Gagliano del Capo (Penisola salentina) e il suo inquadramento stratigrafico – sequenziale. *Atti Tic. Sc. Terra*, **36**: 33-40.

CHECCHIA-RISPOLI G., 1925. Illustrazione dei Clipeastri miocenici della Calabria. *Mem. per serv. alla descr. carta geol. d'It.*, Roma.

CHEVALIER J.P., 1961. Recherche sur les Madreporaires et les formations Récifales miocènes de la Mediterranée occidentale. *Mem. della Soc. Geol. di Francia*. Nuova serie, **90** (93): 1-562.

CIVETTA I.-CORTINI M.-GASPARINI P., 1973. Interpretation of a discordant K-Ar age pattern (Capo Vaticano, Calabria). *Earth Plan. Sc. Lt.*, Amsterdam, 113-118.

CORTESE E., 1895. Descrizione geologica della Calabria. *Mem. descr. carta geologica d'Italia*, IX, Roma.

DEMARQ G., 1989. Pectinides neogenes: proposition d'echelle biostratigra-phique pour la Meditèrranèe. *Geobios.*, **23**: 35-39, Lione.

DEMARQ G., 1990. Biostratigraphic scale of Mediterranean neogene Pecti-nids. IX R.C.M.N.S. Cong., Barcellona, 141.

DE STEFANI C., 1987. Il terreno terziario della vallata del Mesima. *Boll. Soc. Geol. It.*, **4**: 265-273, Roma.

FATTON E., 1973. Notes et contributions de la Province biogeographique a la Population d'apres les pectinides neogenes et actuels. Centre CERPAB, Orsay, 1-185.

NEVIANI A., 1887. Contribuzione alla geologia del catanzarese. *Boll. Soc. Geol. It.*, **4**: 169-208, Roma.

NICOTERA P., 1959. Rilevamento del versante settentrionale di Monte Poro (Calabria). *Mem. e note Ist. Geol. Appl.*, **7**: 1-92, Napoli.

OGNIBEN L., 1973. Schema geologico della Calabria in base ai dati odierni. *Geol. Rom.*, **12**: 243-585, Roma.

SAINT MARTIN J.P., 1990. Rècifs coralliens Miocènes d'Algèrie et du Maroc. *Mem. Mus. Hist. Nat. Paris, Sc. terre*, **56**: 229-315.

SEGUENZA G., 1879. Le formazioni terziarie della provincia di Reggio (Calabria). *Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat. R. Acc. Lincei*, **6**: 1-416.

ZUFFARDI R., 1937. Corallari fossili del giacimento di Cerasa, presso Cessaniti (Vibo Valentia). *Pubbl. Ist. Geolog. Univ.*, Catania.

Deinonychosauria (Saurischia, Theropoda): a brief group synopsis.

Signore M.
Dipartimento di Paleontologia, Università degli Studi Federico II, Napoli, Italy

Key words: Cretaceous, Deinonychosauria, Dinosaurs.

Riassunto. Deinonychosauria (Saurischia, Theropoda): un breve quadro riassuntivo.
In questo lavoro si mettono in evidenza le ultime teorie sui Deinonychosauria (Saurischia, Theropoda), insieme ad un quadro riassuntivo delle caratteristiche derivate e della paleoecologia delle due famiglie che compongono questo gruppo (Dromaeosauridae e Troodontidae).

Abstract. This work explains the most recent theories concerning the Deinonychosauria (Saurischia, Theropoda), as well as a synopsis of the derived characters and the paleoecology of the two families belonging to this group (Dromaeosauridae and Troodontidae).

Proposed as systematic category by Colbert and Russel in 1969, the Deinonychosauria are composed by two families of small carnivore dinosaurs: the Dromaeosauridae (= Dromaeosaurinae Matthew & Brown 1922) and the Troodontidae Gilmore 1924 (recently, a new family of carnivore dinosaurs has been tentatively inserted into the group Deinonychosauria: the Therizinosauridae (Lambert, 1994), but with many reserves, that will be exposed in the family analysis later). The developing of these three families is limited to the Cretaceous, with some extremely interesting forms. The common character these two groups share is the peculiar claw of the second foot digit, from which comes their common english name: "sickle-clawed dinosaurs". In the past, the forms belonging to this group were placed in the Coelurosauria Huene 1914, a mixed group of little to medium-sized theropods, now shown as a polyphyletic group. Currently, this taxon has been splitted in many taxa, leaving the denomi-

Received 25.6.95, accepted 10.12.95

nation Coelurosauria only to some saurischian of difficult taxonomic attribution. It must be pointed out that this sistematic operation is not widely accepted. Interesting is the classification proposed by G. Paul (1988), which includes the Dromaeosauridae as a subfamily in the family Archaeopterygidae, to which belongs the "feathered dinosaur" *Archaeopteryx lithographica* (Fig. 1). Paul's analysis is simple, and it's based

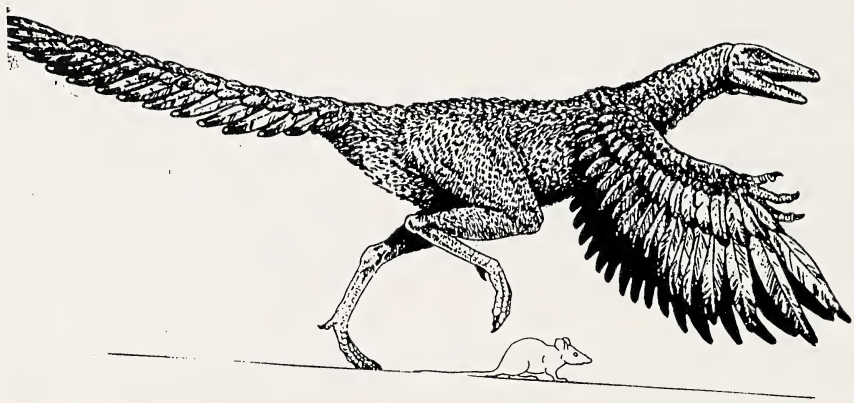


FIGURE 1 – A possible reconstruction of *Archaeopteryx* (after Lambert, 1994).

on some shared characters by *Archaeopteryx* and Dromaeosauridae, among which there are: the forelimb structure (chief of all the humerus-ulna/radius articulation), the sternal structure and the hindlimb. Paul claims that a structure very close to the sickle claw of dromaeosaurids can be recognized in the second foot digit of *Archaeopteryx*. The phylogenetic explaination which follows is very interesting indeed: the Jurassic Archaeopterygidae should have in an earlier time detached themselves from the phyletic line that carries on to the birds (*Avialae* according to Gauthier 1986), and would have developed a sickle-shaped structure on the foot claws to aid themselves while climbing trees. From these Jurassic froms would have been evolved the Cretaceous dromaeosaurids, that would have developed the climbing claw further, making it an efficaceous hunting weapon. Hence, the possibility of keeping the arms tight to the body would have been inherited from the Jurassic archaeopterygids, as well as many other skeletal features. Troodontids would have been derived from the dromaeosaurids, and would belong to a second radiation of *protobirds* (Paul, 1988), more evoluted and more lightly-built than their precursors.

DROMAEOSAURIDAE

The family Dromaeosauridae is diffused in all the Cretaceous, from Aptian to Maestrichtian, in North America, Asia and Europe (Fig. 2). It includes some genera of very interesting predatory dinosaurs. One of the best known is *Deinonychus antirrhopus* (Fig. 3), from Aptian-Albian of

FIGURE 2 – The geographic distribution of Dromaeosauridae.

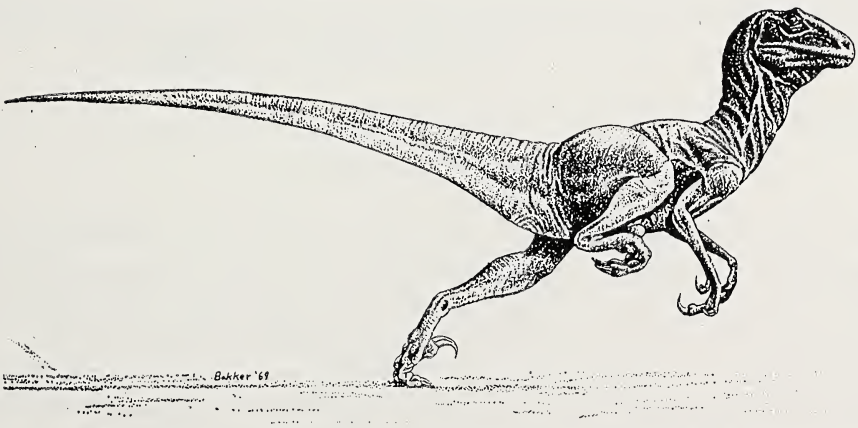


FIGURE 3 – The reconstruction of *Deinonychus antirrhopus* by R. T. Bakker (after Ostrom, 1969).

North America. Another known form among Dromaeosaurids is *Velociraptor mongoliensis* (Fig. 4), from the late Santonian or the early

Campanian, found in Mongolia and China. Gauthier (1986) states that this group is close to birds. Paul, as before noted, suggests (1988) that the Dromaeosaurids may be the direct, non-flyer descendants of the Jurassic Archaeopterygids.

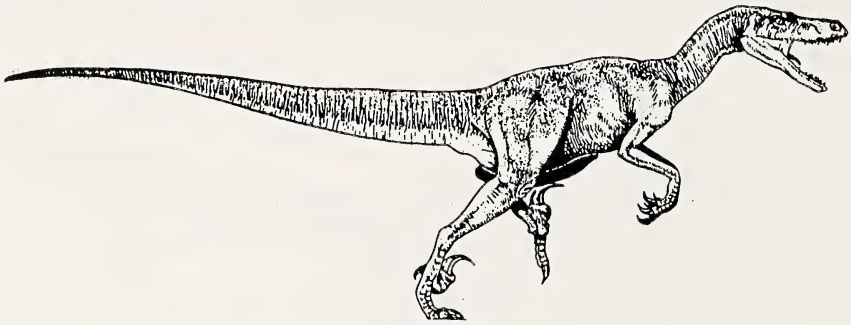


FIGURE 4 – A running *Velociraptor mongoliensis* (after Lambert, 1994, modified).

Among the characters that mark the family Dromaeosauridae, a complete list of which is beyond the goals of this work, it must especially be noted the remarkable modification of the hindlimbs, that bear a very modified foot, compared to the standard theropod tridactyl condition, since it becomes didactyl, with the II digit bearing the sickle-shaped claw (Fig. 5), which makes the dromaeosaurs so famous. The elongated zygapo-

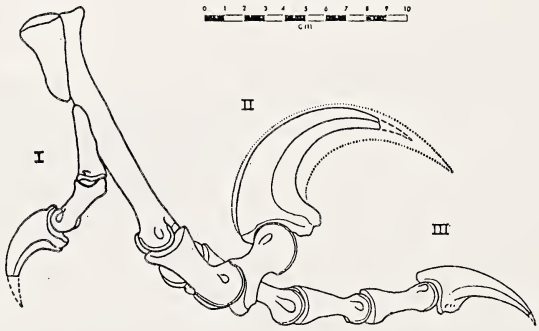


FIGURE 5 – The typical dromaeosaurid foot (in this case, the *Deinonychus* foot). Note the fearsome sickle claw (after Ostrom, 1969).

physes suggest that these dinosaurs used the tail as a balancing structure, hence allowing hypothesis about the lifestyle of the dromaeosaurs, as described further. Even the pelvic girdle is unique to this group.

The family is divided into two subfamilies, the Dromaeosaurinae and the Velociraptorinae, and this division is supported by clear differences in the teeth shapes (Currie *et al.*, 1990).

A detailed anatomical descritpion can be found in J. Ostrom's work (1969) on the *Deinonychus antirrhopus*. Here it's pointed out one remarkable fact: the "posterior trocanther" on the femur (which, by the way, is known only from *Deinonychus* and *Velociraptor*), that should be an attaching place for a typical dromaeosaurid muscle, related to their unusual mode of attack (Norman, 1985; Ostrom, 1990).

The dromaeosaurids must have been predators that hunted in large groups in the Cretaceous plains. Their attack mode was different from the way of attack used by the great theropods (e.g., the tyrannosaurids), that cut off great pieces of flesh with powerful bites, so debilitating the prey for shock and copious bleeding. The presence of a rigid tail (Fig. 6), a "posterior trocanther", and their famous sickle claw let us hypothize that the

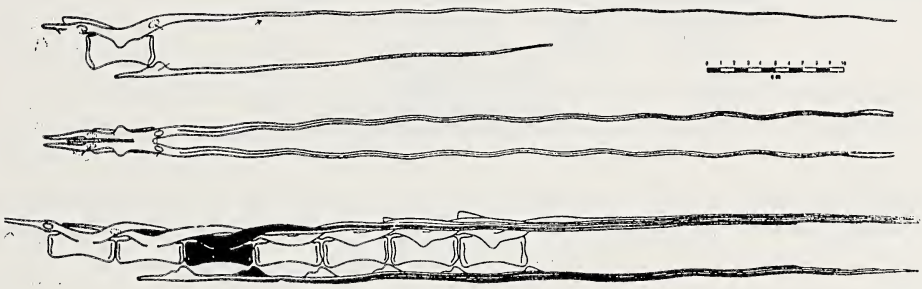


FIGURE 6 – The rigid encasement of Dromaeosaurs tail, an ideal aid to hunt (after Ostrom, 1990).

dromaeosaurids used their claws in the same way the other great theropods used their jaws, i.e. to critically wound (and hence to debilitate) their preys (Paul, 1988; Ostrom, 1990). The stiff tail would have been used as a stabilizer at the moment of the attack, and the posterior trocanther were to be an attaching point for a particular muscle, used to move the hindlimbs to kick, and in the same time to avoid using the caudifemoralis in the retraction of the limb, that would have moved the tail, thus umbalancing the animal. The brain volume of the dromaeosaurids is relatively elevate, but only if compared to a "dinosaurian" standard, and cannot compete with a mammalian brain. Bakker (1986), Paul (1988) and other Authors advanced the hypothesis that the dromaeosaurs, as well as other

little carnivores among the saurischians, would have feathers (Fig. 7). This is possible, since their methabolic level should be rather high. Should be this the case, we can imagine the dromaeosaurs as great running birds, perhaps having brilliant colours and complex behavioural patterns.

FIGURE 7 – Gregory Paul's reconstruction of two feathered Deinonychosauria: a Velociraptor (on the left) and a pair of Troodon (on the right), quarreling about a prey (after Paul, 1988).

EVOLUTION. According to J. Ostrom (1990), the evolutive lineage that brings to Dromaeosaurs should be traced from a stock that includes forms as *Coelurus* and *Ornitholestes*. In the former can be seen the asymmetry of the radiale, a character of the Deinonychosauria, while in *Ornitholestes* has developed a second foot digit with a large claw, thus precurring the didactyl condition of the Dromaeosaurs. There aren't instead precise evidences about when the split between Dromaeosauridae and Troodontidae occurred, but it is known that the two groups become distinct in Asia at the end of the Santonian, and in North America about in the middle Campanian. The most recent species are derived from a basal stock, that seems to be composed (until now) by *Deinonychus* in North America and by *Velociraptor* in Asia. Since Paul (1988) proposed, as stated below, the synonymy of the two genera (along with the *Saurornitholestes*), if his hypothesis should be right, then we'll have to consider a wider distribution

of the sole genus *Velociraptor*, that hence would be the basis for the other genera, and would have his own evolution from the species *V. antirrhopus*, to *V. mongoliensis* and finally to *V. langstoni* (the latter was a small dromaeosaurid from the late Campanian of Alberta, Canada). For what concerns the phylogenetic relationships with the archeopterygids, even Ostrom (1990) and other Authors agree to state a tight relationship between dromaeosaurs and archeopteryigids, albeit they express an opposite idea respect to that of Paul (1988), i.e. that Jurassic dromeosaurs should be the ancestors or the archeopterigids and birds (Ostrom 1990). There should be a confirmation to this theory only with then findings of Jurassic Dromeosaurs, but until now it seems that this group knew a wide expantion only at the end of Cretaceous, thus making a great obstacle to the formerly exposed idea, while confirming Paul's hypothesis.

Paleoecology. The sedimentological conditions of the strata from which either *Deinonychus* and *Dromaeosaurus* come, in North America, mark alluvial plains of large rivers. The Mongolian deposits where *Velociraptor* has been found indicate a more arid area.

Dromeosaurs have been found even in Europe. Until now, they have been described from France, in the Aude area (Le Loeuff & Buffettaut, 1993).

Fossil evidences help the paleontologists to state with an adequate certainty what were the preys of these fast hunters. In the case of *Deinonychus*, there have been findings of the teeth of this dromaeosaurid among the bones of a possible iguanodontid, *Tenontosaurus tilleti* Ostrom 1970, as well as at last four almost complete individuals around the skeleton of one of these great iguanodontids. This could mean that *Tenontosaurus* should have been the typical prey for *Deinonychus*, and the presence of four (or maybe five) *Deinonychus* around only one *Tenontosaurus* could mean that these dromaeosaurids were pack hunters (Norman, 1985). In Mongolia were found a complete skeleton of *Velociraptor* litterarly "clasped" with a *Protoceratops andrewsi* Granger & Gregory 1923 (a small protoceratopid), and this should unequivocally mark one of the typical preys of *Velociraptor* (Norman, 1985).

Dromaeosaurian stride was bipedal, when they ran as well as when they walked, and was by alternate steps, by any mean not jumping; but in the fossil record there aren't trackways surely ascribed to Dromaeosaurs.

The Dromaeosaurs' forelimb were notably strong and with a good grasp, but the attack against the preys were conducted with both the

hindlimbs, and this hypothesis is supported by the presence of a long, rigid tail.

Without doubt, the Dromaeosaurids, along with their "cousins" Troodontids, are among the most fascinating and strange predators that ever roamed the Earth.

Troodontidae

The other family in the group Deinonychosauria is constituted by the Troodontidae Gilmore 1924. This family is one of the less represented in the fossil record, since it includes only three certain genera (and a few probale ones), instituted on fragmentary remains, and many *nomina dubia* (see below in the systematic appendix). Nevertheless, the findings of the Chinese-Canadian expedition in Mongolia show more skeletal evidences belonging to this family, although they are still in study. All the Troodontids come from Cretaceous deposits of the Northern hemisphere (Fig. 8),

Figure 8 – The geographic distribution of Troodontidae.

and they are distributed from the Aptian-Albian in Mongolia until the North American Maestrichtian. In the last years these theropods were known as Saurornithoididae Barsbold 1974, but in 1987 Currie proved that the correct name was Troodontidae, instituted by Gilmore on some

teeth attributed to the Pachycephalosauria (Marginocephalia, Ornithischia), that instead turned out to be very close to the Saurornithoididae teeth.

Until the recent pubblication of some results of the Chinese-Canadian expedition in Mongolia, the fragmentary remains of these beings didn't allowed precise reconstruction (e. g., the vertebral column was not known).But the new findings have confirmed that the troodontids were small theropods, fast and lightly built, with slender limbs,and blessed with the most developed brain among the Dinosaurs. From this character, Russel & Sèguin (1982) elaborated a curious creature, the "dinosauroid", i. e. a very evolved descendant of the troodontids, the "archosaurian hominid"...

The anatomical descriptions for these theropods are still in progress. In the skull there are many distinctive features, among which there are the great number of teeth (25 in the maxillary, and almost 35 in the dentary), that are very small and hooked and also very close to each other, and the lateral depression on the side of the braincase that contained the middle ear cavity.The post cranial skeleton shows a slender and light constitution, with long tridactyl forelimbs, and the hindlimbs that show a raptorial claw, similar to the one observed in the Dromaeosauridae, but smaller and maybe no longer with the same function it has in their larger cousins. According to Currie *et al.* (1990), the teeth are indicative, at least to a generic level. A complete list of characters can be found in Currie and Dong (1993).

Evolution. The systematic position of the troodontids among the theropods is still not clear. The forelimb structure seems to be a primitive character, common in all the small theropods (except in the Ornithomimidae, which are a derived group), while a crescent-shaped carpal bone joins the troodontids to the Maniraptora Gauthier 1986, more precisely to the Deinonychosauria (Barsbold 1974; Osmolska 1982). Currie (1985, 1987) suggests that they are closer to the birds for some characters, among of which the pneumatized bones, but this hypothesis is seriously disputed (Barsbold *et al.*; also Osmolska 1976).

Currently, it seems more correct to have the Troodontidae and the Dromaeosauridae grouped together in the same group due to some shared characters (among of which the sickle –claws and the sagittal ridge).

Troodontids make their appearance for the first time in the Lower Cretaceous of Asia, and do not modify during their evolution some basal

characters, showing as it seems a shortening of the II pedal falanx of (Barsbold & Osmolska, 1990).

PALEOECOLOGY. Troodontids were small carnivores, with a very acute stereoscopic vision and a well developed brain (Fig. 9), thus making

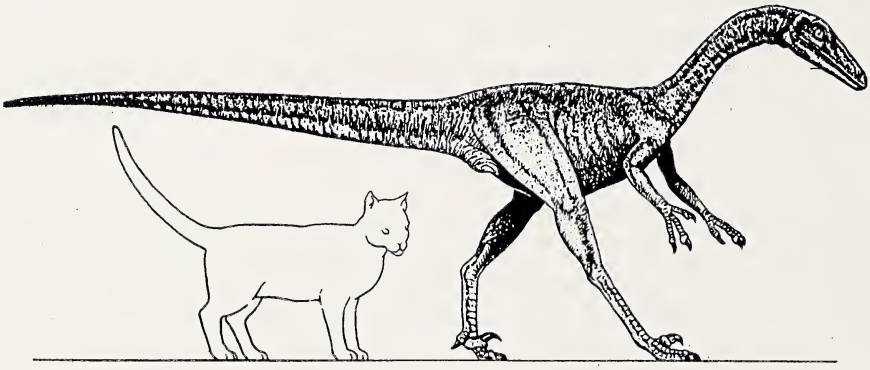


FIGURE 9 – *Troodon formosus*, drawn in scale with a house cat (after Lambert, 1994).

dangerous predators, maybe active even by night. Moreover, the high activity levels they show make them very suitable for omeothermy, more than any other dinosaur. To discuss the matter of omeothermy in dinosaurs is a very difficult question, and is far beyond the scopes of this paper to dispute this subject, hence the hypothesis is just reported for completeness. The sensory imput must have been impressive: along with their powerful sight, the Troodontids show a very keen hearing, as testified by the great middle-ear cavity and the periotic sinum, although it seems that the smell was not so developed. The typical preys for these fast predators were with any probability lizards, mammals, dinosaur hatchlings and, maybe, insects. The "night mammal hunter" hypothesis is very fascinating, but generally the paleontologists opt for a daytime activity cycle.

The sickle shaped claw was possibly used in a different way than in the Dromaeosaurs. This statement is supported by the structural differences between the two families in the hindlimbs (with a consequent less power in the "kick" of the Troodontids), and by the fact that in *Borogovia* the claw is no longer hooked, but straight, and that seems to be a trend for the

Troodontids, thus they rarely relied on the claw in their attacks, possibly using their speed, and maybe accounting on their hunting tactics.

The rare and fragile remains of the Troodontids are found in sediments that show an arid climate, as in the case of *Velociraptor mongoliensis*, that was contemporary of *Saurornithoides mongoliensis*, or in fluvial deposits, marked by the presence of great herbivores (*Saurolophus* Brown 1912) and carnivores (*Tarbosaurus bataar* Maleev 1955, but some Authors refer to it as a subgenus of *Tyrannosaurus*, e. g. Paul 1988), for what about the Asian Troodontids. In North America the only known Troodontid was *Troodon formosus*, that lived in a humid and forest-rich environment. In any case, the Troodontids represent only a small part of the fauna in which they lived, and should have been rare indeed.

The only sure presence of Troodontids in Europe comes from the Maestrichtian deposits in Romania, but the remains (named *Bradycneme draculae* and *Heptasteornis andrewsi*) are poor indeed, and are also reworked, so nothing can be told about the environment in which they lived (Paul, 1988; Barsbold & Osmolska, 1990). Recently, two possible Troodontid dinosaurs,one named *Lisboasaurus*, from Portugal (Milner & Evans 1991), and the other recognized in a sacrum from the Wealden of the Isle of Wight (Howse & Milner 1993), have been also described.

A last (but not least) series of data comes from the microscopic analysis of the *Troodon* bones. It seems from this analysis that *Troodon* reached its adult size (about 50 kg) in 3-5 years, and then grew no longer, at least not significantly. The bone growth is made up of three phases: the first, very rapid, with a fibrous-lamellar bone; the second, more moderate, with lamellar-zonate bone; and the third, at the end of the growth, was a slow deposition of a lamellar avascular subperiostal bone. Furthermore, the structure of bone, with the three stages of growth, along with the high EQ (Encefalization Quotient) level and the cursorial adaption confirm the hypothesis of the high activity levels reached by the Troodontids, and maybe should be the case of accepting the idea of an omethermy, at last a partial one (Varricchio 1993). By what means did they reached it, is the subject of a very interesting dissertation (more on McNeill Alexander, 1989).

Appendix one: systematics

Here is reported the most recent list of genera attributed to Dromaeosauridae and Troodontidae (mainly from Weishampel *et al.*, 1990, modified).

Dromaeosauridae Matthew & Brown 1922
Adasaurus mongoliensis Barsbold 1983
Deinonychus antirrhopus Ostrom 1969
Dromaeosaurus albertensis Matthew & Brown 1922
Hulsanpes perlei Osmolska 1982
Saurornitholestes langstoni Sues 1978
Velociraptor mongoliensis Osborn 1924

NOMINA DUBIA DROMAEOSAURIDAE

Koreanosaurus not described
Phaedrolosaurus ilikensis Dong 1973

To these genera, some add the genus *Chirostenotes*, with the species *C. pergracilis* Gilmore 1924, albeit some other report it as a Caenagnathid, hence an Oviraptorosaur (Currie & Russell, 1988; Lambert, 1994). Recently has been found a large Dromaeosaurid, described in 1993 (Kirkland *et al.*, 1993) and named *Utahraptor*. This giant reached the size of about 8 meters.

Note also that Paul (1988) proposed to join the three froms *Deinonychus antirrhopus*, *Saurornitholestes langstoni*, and Velociraptor mongoliensis under the sole genus *Velociraptor* as three different species. Of course, Ostrom (as well as other paleontologists) doesn't agree. Anyway, until new finds, we consider them three separate genera.

Troodontidae Gilmore 1924 (= Saurornithoididae Barsbold 1974)
Troodon formosus Leidy 1856 (includes *Polyodontosaurus grandis* Gilmore 1924, *Stenonychosaurus inequalis* Sternberg 1932, and *Pectinodon bakkeri* Carpenter 1982)
Saurornithoides mongoliensis Osborn 1924
Saurornithoides junior Barsbold 1974
Lisboasaurus estesi Seiffert 1973
Borogovia gracilicrus Osmolska 1987
Sinornithoides youngi Currie & Dong 1993

NOMINA DUBIA TROODONTIDAE

Bradycneme draculae Harrison et Walker 1975 (some consider it a Droameosaurid)

Elopteryx nopcsai Andrews 1913
Heptasteornis andrewsi Harrison et Walker 1975
Paronychodon lacustris Cope 1876
Tripriodon caperatus Marsh 1889
Zapsalis abradens Cope 1876 (possibly another name for *Paronychodon*)

The many *nomina dubia* are due to the paucity of the findings (all are based upon teeth or a few broken bones), and to these it must be added another unnamed Troodontid (Barsbold et al., 1987).

The systematic situation of Troodontids is very confused, mainly for the scarcity of remains, and only Currie's work (1987) made so me order, by joining three genera in just one, and using the old family name instead of the one proposed by Barsbold. The work on the teeth (Currie et al., 1990) is also very important, and could give more light to an otherwise dark, but fascinating, group.

Appendix two: the therizinosaurus

The *Therizinosaurus* has been described in the appendix for two rea sons: first, it is not well known, as will be shown, and second, it is considered belonging to the Deinonychosauria with many doubts, since it is generally included in the "problematic" Coelurosauria (Norman, 1990), and some claims this may be a Segnosaurid dinosaur (Lambert, 1994). Anyway, the genus includes only one species, the *Therizinosaurus cheloniformis* Maalev 1954, known only from few bo nes of a forelimb, formerly considered to belong to a tortoise. Since it has been found in the same area of other ill-documented dinsaurs (e.g. *Deinocheirus mirificus* Osmolska et Roniewicz 1970), it cannot be justified to form a family, but surely the characters that can be observed in the few known bones separate it from other odd dinosaurs of Mongolia. If the typical body proportions for a Deinonychosaur are respected for this genus, the *Therizinosaurus* would have been over 10 meters long. A truly monster in the group, indeed!

The *Therizinosaurus* comes from the Upper Cretaceous of Mongolia.

Many questions are still open about the Therizinosaurids, and only further finds will proove that any theory may be right. In some re cent papers (Russel and Dong, 1993), the position of Therizinosau rids are further examinated, resulting in close relationships with "segnosaurs". According to the two Authors, the Therizinosauridae, along with the

Troodontidae, should be moved into the group of Ovi raptorosauria, while the Dromaeosauridae go among the Carnosauria (along with Tyrannosauridae and other great carnivores). Since this subjects is not explored in this paper, it must be referred to the paper of Russel and Dong (1993) for further informations.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank prof. L. Barbera of the Department of Paleontology of Naples for her precious advice, and prof. A. Kotsakis of the Department of Earth Sciences of University of Roma III, Rome for advice and the critical revision of the manuscript.

REFERENCES

BARSBOLD R., 1974. Saurornithoididae, a new family of small thero pod dinosaurs from central Asia and North America. *Palaeont. Polonica* **30**: 5-22.

BARSBOLD R., OSMOLSKA H., & KURZANOV S. M., 1987. On a new troodon tid (Dinosauria, Theropoda) from the Early Cretaceous of Mongolia. *Acta Palaeontol. Polonica* **33**: 49-52.

BARSBOLD R., & OSMOLSKA H., 1990. Troodontidae. In WEISHAMPEL D, OSMOLSKA H., DODSON P. (Eds.), The Dinosauria. University of California Press, Berkeley.

COLBERT E.H., RUSSELL D.A., 1969. The small Cretaceous dinosaur *Dromaeosaurus*. *Am Mus. Novitates* **2380**: 1-49.

CURRIE P.J., 1985. Cranial anatomy of *Stenonychosaurus inequalis* (Saurischia, Theropoda) and its bearing on the origin of birds. *Can. J. Earth Sci.* **22**: 1643-1658.

CURRIE P.J., 1987. Bird-like characteristics of the jaws and teeth of troodontid theropods (Dinosauria, Saurischia). *J. Vert. Paleontol.*, **7**: 72-81.

CURRIE P.J., 1995. New information on the anatomy and relation ships of *Dromaeosaurus albertensis* (Dinosauria: Theropoda). *J. Vert. Paleontol.*, **15** (3): 576-591.

CURRIE P.J., & RUSSELL D.A., 1988. Osteology and relationships of *Chirostenotes pergracilis* (Saurischia, Theropoda) from the Judith River (Oldman) Formation of Alberta (Canada). *Can. Jour. Earth Sci.*, **25**: 972-986.

CURRIE P.J., KEITH RIGBY Jr. J., & SLOAN R.E., 1990. Theropod teeth from the Judith River Formation of Southern Alberta, Canada. In CARPENTER, K., e CURRIE, P.J. (Eds.): Dinosaur Systematics: Ap proaches and Perspectives, Cambridge U. Press.

GAUTHIER J., 1986. Saurischian monophyly and the origin of birds. In: PADIAN, K. (Ed.), The Origin of Birds and the Evolution of Flight. *Mem. Calif. Acad. Sci.* **8**: 1-55.

KIRKLAND J.I,D. BURGE, & R. GASTON, 1993. A large dromaeosaur (Theropoda) from the Lower Cretaceous of eastern Utah. *Hunteria* **2**: (10): 1-16.

LAMBERT D., 1994. The Encyclopedia of Dinosaurs. Bloomsbury Books, London, in association with the British Museum (Natural History), London.

LE LOEUFF J., BUFFETTAUT E., MECHIN P., & MECHIN-SALESSY A., 1992. The first record of dromaeosaurid dinosaurs (Saurischia, Theropoda) in the Maastrichtian of southern Europe: palaeobiogeographical im plications. *Bull. Soc. géol. France* **163**: 337-343.

LE LOEUFF J., & BUFFETTAUT E., 1993. Gli ultimi dinosauri della Francia del sud. *Le Scienze Quaderni* n° 76, (1994) "I Dinosauri".

NORMAN D.B., 1985. The Illustrated Encyclopedia of Dinosaurs. Crescent, New York.

NORMAN D.B., 1990. Problematic Theropoda: "Coelurosaurs". In WEISHAMPEL D., OSMOLSKA H., DODSON P. (Ed.), The Dinosauria. University of California Press, Berkeley.

MC NEILL ALEXANDER, R., 1989. Dynamics of dinosaurs and other extinct giants. Columbia U. P., New York.

OSMÓLSKA H., 1976. New light on skull anatomy and systematic posi tion of *Oviraptor*. *Nature* **262**: 683-684.

OSMÓLSKA H., 1982. *Hulsanpes perlei* n. g. n. sp. (Deinonychosauria, Saurischia, Dinosauria) from the Upper Cretaceous Barun Goyot For mation of Mongolia. *N. Jb. Geol. Paläontol. Mh.* 1982: 440-448.

OSTROM J.H., 1969. Osteology of *Deinonychus antirrhopus*, an Unusual Theropod from the Lower Cretaceous of Montana. *Peabody Mus. Nat. Hist. Bull.* **30**: 1-165.

OSTROM J.H., 1974. The pectoral girdle and forelimb function of *Deinonychus* (Reptilia: Saurischia): a correction. *Peabody Museum Postilla*, 165.

OSTROM J.H., 1990. Dromaeosauridae. In WEISHAMPEL D., OSMOLSKA H., DODSON P. (Ed.), The Dinosauria. 1990 University of California Press, Berkeley.

PAUL G., 1988. Predatory dinosaurs of the world. Simon and Schuster, New York.

RUSSELL D.A., 1969. A new specimen of *Stenonychosaurus* from the Oldman Formation (Cretaceous) of Alberta. *Can. J. Earth Sci.* **6**: 592-612.

RUSSEL D.A., & DONG, 1993. A nearly complete skeleton of a new troodontid dinosaur from the Early Cretaceous of the Ordos Basin, Inner Mongolia, People's Republic of China. *Can. J. Earth Sci.*, **30**: 2163-2173.

RUSSEL D.A., & DONG, 1993. The affinities of a new theropod from the Alxa Desert, Inner Mongolia, People's Republic of China. *Can. J. Earth Sci.*, **30**: 2107-2127.

RUSSELL D.A., & SÉGUIN R., 1982. Reconstruction of the small Cretaceous theropod *Stenonychosaurus inequalis* and a hypothetical di nosauroid. *Syllogeus* **37**: 1-43.

SUES H.D., 1977. The skull of *Velociraptor mongoliensis*, a small theropod dinosaur from Mongolia. *Paläontologische Zeitschrift*, **51**: 173-184.

VARRICCHIO D.J., 1993. Bone microstructure of the Upper Cretaceous theropod dinosaur *Troodon formosus*. *J. Vert. Paleont.* **13** (1): 99-104.

Study on Glass components from Soils of Phlegrean Fields. First Note. The glasses in the sands of Monte Spina (Agnano)

Pugliano M.L., Murolo* M. and Buondonno C.
Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Facoltà di Agraria,
Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Key words: volcanic glass; soil

Riassunto. Studi sui componenti vetrosi dei suoli dei Campi Flegrei: i vetri delle sabbie del Monte Spina (Agnano).
È stata esaminata la componente vetrosa presente nelle sabbie separate da campioni di suoli sviluppati sulle vulcaniti di Monte Spina (Agnano). È stata apprezzata la percentuale di vetri (Volcanic Glass Test) dei quali sono stati osservati e descritti i caratteri morfologici e costituzionali (microscopia ottica e diffrattometria ai raggi X). Lo studio, finalizzato ad integrare la valutazione dell'andicità dei suoli flegrei, è stato completato con analisi chimiche dei campioni di suolo.

Abstract. We examined the glass components present in the sands of Monte Spina (Agnano).
We estimated the glass content (Volcanic Glass Test), and its morphological and constitutional characters were observed and described (optical observation and X-ray diffraction analyses).
The study, which aims to complete the evaluation of andic properties of Phlegrean soils, also consisted of chemical analyses of soil samples.

Introduction

According to the most updated criteria of soil classification, defined by Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1992), the primary glass content of volcanic glass sands, with reference to other soil characteristics, is one of the andic features, and is thus a parameter for the classifying the order of Andisols and for their differentiation from other taxonomic orders.

* M. Murolo performed chemical analyses on samples, while M.L. Pugliano performed the mineralogical study on sands.

Received 12.5.95, accepted 12.12.95

In the Phlegrean Fields the outcrops consist mainly of pyroclastic materials, deposited over a very long period, from 47,000 years B.P. to 1538 (Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana, 1987). This suggests that the pedogenesis gives rise to soils with features of Andisols, Inceptisols and Entisols.

A contribution to the interpreting properties and capabilities of Phlegrean soils, and also to defining pedogenesis evolution and clarifying classification, can be provided by a consistent definition of the content, nature and condition of glass particles in the sand fraction. In fact, the development stage of glass components contributes to interpreting the state of alteration of the soil profile. In the Phlegrean Fields the pedological environment has also been affected by the rejuvenation of the soil on the surface, through successive eruptive events, which makes more complex the interpretation of current pedogenetic processes.

The purpose of this paper was to study the sandy glass components from the Phlegrean soils and to examine the relationships between their nature and soil classification.

The results of investigation of one representative soil of the Monte Spina pedological environment are reported here. The Monte Spina is one of the four units that constitute the Agnano volcanic complex, located in the Phlegrean Fields' south-eastern area. The products of the Agnano volcano have been estimated to be younger than 7000 years B.P. (Lirer et al., 1987; Rittmann, 1950) (Fig. 1).

Materials and methods

The soil samples for laboratory analysis were collected from horizons of the selected soil profile.

Samples of the soil were air-dried and the sand fraction with particle size 2.0 - 0.02 mm was separated by sieving. H_2O_2 and acetic buffer pretreatments were conducted to remove organic matter and coatings and patinas respectively (SISS, 1980).

The sands were examined with stereo-binocular for the observation of glass component.

The Volcanic Glass Test (V.G.T.) (Icomand, 1984) was carried out to estimate the contents of glass particles. The percentage ratio of glass to crystal components that are involved in the sand formation is a distinguishing feature of the Andisols. When combined with the contents

of Al + 1/2 Fe oxalate extractable, the ratio reaches the minimum value estimated by the classification (Soil Survey Staff, 1992).

The sands were also examined in thin sections with polarising microscopy.

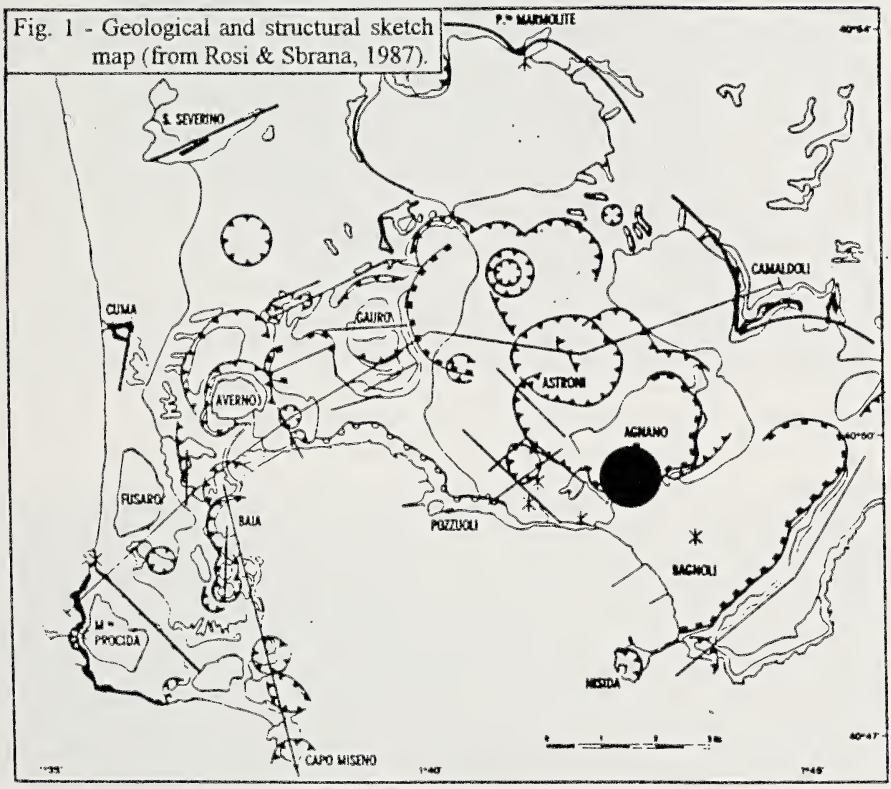


Fig. 1 - Geological and structural sketch map (from Rosi & Sbrana, 1987).

study area

After crushing, some selected glasses were examined by x-ray diffraction procedures, using a Seifert 400 diffractometer, with Ni filtered CuKα radiation, obtained at 40 kv and 30 mA.

To estimate the andic properties of the soil (Soil Survey Staff, 1992), on < 2 mm fraction of samples obtained by sieving after peroxidation, Al

+ 1/2 Fe oxalate extractable (Schwertmann, 1964) and the phosphate absorption (Blakemore et al., 1987) were determined. Such analyses provide an indication as to the content of newly-formed glass material.

Results and discussion

Mineralogical observations carried out on sand fractions showed that the samples consist of five kinds of grains.

A first kind of grain has a polyhedral or lengthened shape, with more or less rounded corners, a pale grey-yellowish colour, a vitreous look with inclusions of k-feldspar, plagioclase, biotite, pyroxene and magnetite phenocrists. They are typical pumice, highly vesicular; in some of them the vesicles have a canal shape because of their pyroclastic flow origin. (Fig. 2).

A second type of grain has a rounded shape, a dull white colour, and a vitreous nature, with dark red inclusions. From the results of x-ray diffraction analysis it emerges that the latter consist of mainly amorphous material and only subordinately of pyroxenes. (Fig. 3).

A third kind of grain has a light black colour and a polyhedral shape, with sharp corners and conchoid fracture; the mass is vitreous or with some rare phenocrists: these particles are typical obsidian. On the surface there are small size vesicles full of yellowish material that is amorphous.

A fourth kind has a polyhedral shape with rounded corners, a pale grey and white colour with little black inclusions; through polarising microscopy analysis, it emerges that the pale grey mass consists of glass, the white mass consists of sanidine crystals and the black inclusions of magnetite microphenocrysts.

A fifth kind of grain has a dark grey to dark brown colour, a polyhedral shape with sharp corners and it is highly vesicular: these particles are typical scoria.

From the results of V.G.T., the volcanic glass content was 57%, 79% and 89% in the three horizons respectively, and it also increases along the profile. The glass components consisted mainly of grains with a recognisable morphology, such as that of pumice, scoria and obsidian. They appeared to consist of primary glass with little pedogenetic alteration. The red or yellow surface inclusions, made up of mineral amorphous to x-ray material, represent an alteration product of the primary glass. The observations performed show that the alteration involved the glass grain only in part. This suggests that the desegregation and hydrolysis process of the

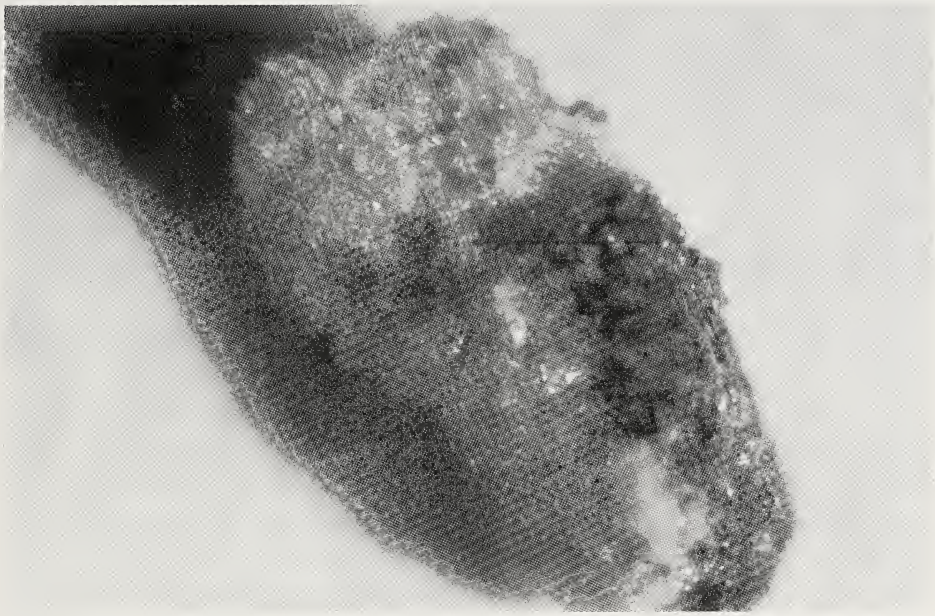


FIGURE 2 – Highly vesicular grain with inclusion of pyroxene phenocrist.

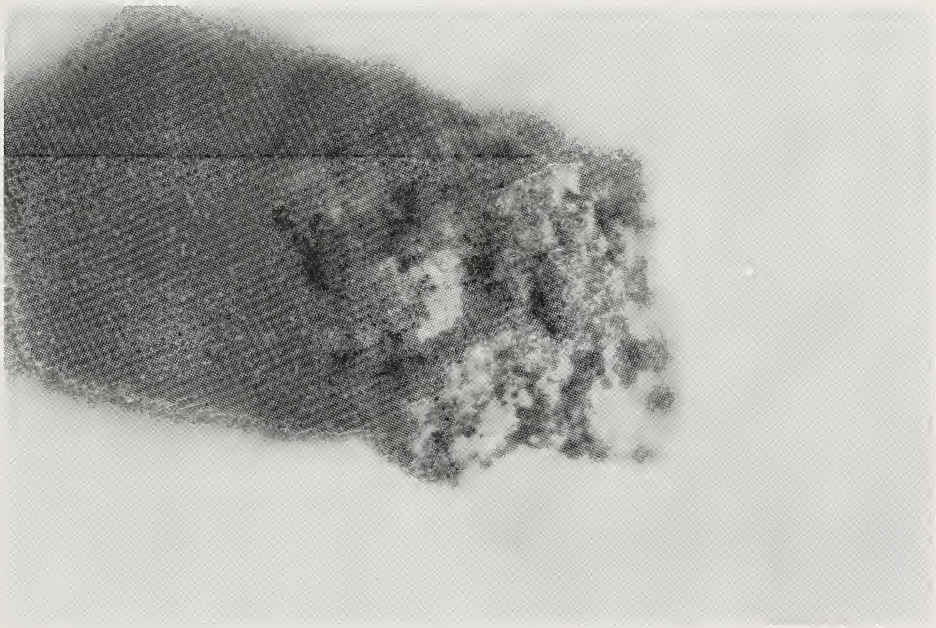


FIGURE 3 – Glass grain with dark red amorphous inclusions.

alluminosilicate glass materials is in its initial phase, which is indicative of a short pedogenetic evolution. This assertion is confirmed by preservation conditions of the primary glasses.

The results of chemical analysis showed that the Al + 1/2 Fe oxalate extractable values and the phosphate absorption decrease from 0.3% to 0.1%, and from 21% to 19%, respectively, along the profile. These data express the primary glass alteration process which proceeds from the surface into deep layers. However, such alteration was not able to give advanced andic features for which at least a 0.4% Al + 1/2 Fe oxalate contents and 25% phosphate absorption are required (Soil Survey Staff, 1992).

The results of mineralogical observations are consistent with those of chemical analysis and help us to understand more clearly the soil evolution stage on the Monte Spina formation. The weak alteration of primary glasses, the low contents of secondary glasses and the consequent low phosphate absorption values indicate a weak development of andic properties. This outcome excludes the classification of the Andisol order. Therefore the andic characteristic is shown to be in a lower taxonomic class, which is the vitrandic subgroup of the Inceptisol order.

ACKNOWLEDGEMENTS.

The authors are grateful to Prof. Enrico Franco (Dipartimento di Scienza della Terra, Università degli Studi di Napoli, Federico II) for kindly performing the thin sections.

REFERENCES

BLAKEMORE L.C., SEARLE P.L. and DALY B.K., 1987. *Methods for chemical analysis of soils*. N.Z. Soil Bur. Sci. Rep. 10A. Rev. Ed.: N.Z. Soil Bur.

DI GIROLAMO P., GHIARA M.R., LIRER L., MUNNO R., ROLANDI G. and STANZIONE D., 1984. Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei. *Boll. Soc. Geol. It.*, **103:** 349-413.

DIXON J.B., WEED S.B. (eds), 1989. *Minerals in soil environments*. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

ICOMAND (International Committee on the classification of the Andisols), 1984. Circular letter n. 6.c/ – Soil Bureau D.S.I.R., Lower Hutt, New Zealand.

LIRER L., PESCATORE T.S. 1987. *Geologia delle aree di Monteruscello e del centro storico di Pozzuoli*. Progetto Pozzuoli, quaderni di documentazione n° 1.

MACCO G.B., 1983.: *Il microscopio polarizzatore e le sue applicazioni in petrografia*, Edizioni Kappa, Roma.

MACKENZIE W.S., GUILFORD C., 1985. *Atlante dei minerali costituenti le rocce in sezione sottile*, Zanichelli.

RITTMANN A., 1950. Sintesi geologica dei Campi Flegrei. *Boll. Soc. Geol. It.*, **69**: 117-362.

ROSI M., SBRANA A., 1987. Phlegrean Fields. *CNR, Quaderni della ricerca scientifica*, 114, vol. 9, Roma.

SHWERTMANN U., 1964. The differentiation of iron oxide in soils by a Photochemical extraction with acid ammonium oxalate. *Zeit. Pflanz. Dueng. Bodek.*, **105**: 194-201.

SISS., 1980. *Metodi normalizzati di analisi del suolo*. Edagricole, Bologna.

SOIL SURVEY STAFF, 1992. *Keys to Soil Taxonomy*. 5th ed. Soil Manage. Support Serv. Tech. Monogr. 19. Blacksburg, Virginia PocaHontas Press, Inc.

Analytical procedure to study animal communities structure's in fragmented environments

Domenico Fulgione, Patrizia Mirabella and Mario Milone
Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi Federico II,
via Mezzocannone 8, 80126 Napoli, Italy

Key words: multivariate analysis - animal communities - patches - birds.

Abstract. This paper suggests a procedure to estabilish a relation between the patches and their animal communities. The method is based on a double ordination diagram through a multivariate analysis. The first is structured on the zoocenotic component and the second is represented by all the landscape's elements that characterize the site. The variations between the positions of the sites in the two ordination diagrams fix some informations of the importance of the patche. In this work is exemplified one application using twelve sites of the campanian region and their birds communities.

This procedure could offer reliable results if it is applied to sites with similar environmental typologies, reducing, for those, the variabilities examined.

Riassunto. Procedura analitica per lo studio della struttura delle comunità animali in ambienti a mosaico.

Lo studio propone una procedura per valutare l'importanza relativa delle tessere di un mosaico ambientale in funzione della comunità animale presente. Essa si basa su una doppia classificazione dei siti, scelti come campioni rappresentativi della relazione tessera-fauna. La prima relazione di somiglianza è data dall'informazione zoocenotica e utilizza l'*Analisi delle Componenti Principali*; la seconda si basa sulle informazione provenienti dai parametri ambientali mediante *Cluster Analysis*. Il confronto dei due diagrammi porterà a formulare ipotesi sull'importanza di singole componenti ambientali nel determinare le comunità animali di ciascuna tessera. Il metodo si adatta a varie situazioni di studio, nel presente elaborato si espone un esempio costruito su dodici siti della regione Campania caratterizzati in base alle tipologie ambientali ed alle specie di uccelli nidificanti.

Introduction

The grasp of the complex interaction between animal communities and other environmental factors represents one of the major problems in the ecological studies of the communities.

Received 23.6.95, accepted 02.9.95

In field-works, the ecologist can't examine separately the environmental parameters. On the contrary the researcher studies frequently the variations of the animal communities in relation with the environmental factors as a whole.

Moreover it is difficult to individuate the single factors influencing the communities and to evaluate their respective importance.

The *analysis of the gradients* is one of the procedures normally used to semplify the study of such complex interaction (Terborgh, 1970).

This procedure makes possible to evaluate the modifications of the animal communities with reference to that environmental parameter changes more evidently then other factors.

Yet, the analysis of the gradient doesn't assure that is the only one factor changing and the choise of such factor is always subjective.

In the latest ten years, many ecological works appeared using multivariate analysis: with this procedure it is possible to arrange the data, themselves by themselves.

In this way the researcher doesn't introduce preconceived ideas about the manner which species tend to associate between themselves or about the manner which environmental parameters are correlated with the distribution of the species.

This paper suggests a procedure to estabilish a relation between the patches, arisen by a process of landscape fragmentation, and the animal communities that live there.

This procedure assumes that each site presents two components: the first, the zoocenotic component, is represented by all the individuals of the animal *taxa*; the second is represented by all the landscape's elements that characterize the site.

Consequently, it is possible to evaluate the similarity degree between (n) sites, on the basis of the two components separately. Through such a dual relation of similarity it is possible to obtain two graphic arrangements of the sites.

The sites with the same environmental components are placed in the same sector of the ordination diagram. If the choice of the environmental parameters was correct, the same sites will be placed near in the sector even in the ordination diagram on the basis of the animals communities.

All the possible variations between the positions of the sites in the two ordination diagrams reflect the informations to fix the relative importance of the patches in the studied landscape.

The procedure offers reliable results when it is applied to sites with similar environmental typologies, reducing, for those, the variabilities examined.

Methods

Operative Procedure

We distinguish four steps:

1. individuation and quantification of the parameters that describe the animal communities and the environmental mosaicism.
2. Valuation of the similarity relation between all the animal communities of the (n) sites considered.
3. Valuation of the similarity relation between the environmental parameters used by us to describe the (n) sites.
4. Reading and comparison of two ordination results.

To exemplify the application of the procedure, this one was applied at 12 sites of the Campania Region (South Italy). The birds (during the breeding season) were been the *animal taxon* monitored. This temporary community is quite link with the environmental (Farina & Meschini, 1985; Morrison, 1986; Colin *et al.*, 1992).

Since there is a great diversity between the sites in the structure of considered landscape, it was been sufficient an animals communities description based on the presence/absence of the species.

The environmental typologies, in this exemple, founded on vegetational and man-made impact criteria, was been described likely for the campanian sites in Milone (1991).

Step one

Birds were counted during spring-summer season (breeding season) through the IPA modified method (Blondel, 1970).

From list species recorded in each site it was built the matrix 0/1 (table I). Environmental data, about the vegetation and the presence/absence of *human* elements, were collected, during field survey, recording their percentage within a 200 mts range. In the table II it is showed the environmental matrix.

Step two

To evaluate the similarity relation between the 12 communities was been utilized the multivariate analysis method (Principal Component Analisys) using the statistic package SYNTAX IV for IBM computer (Podani 1991). This method organizes the sites ordination, based on species informations, in a space of ordination reduced to three dimensions (Digby & Kempton, 1985). In the figure 1 it is showed the ordination of the twelve animal communities censused.

TABLE I – Heterogeneity of the 12 sites expressed by the percentage of the typologies presents around (radius: 200 mts).

envir. typologies/sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
sea reef	25											
tree-lined garden	50	15	70					15				
compact building		80	10									
orchard		5	20					25		90		
area with farms						5		20				10
growing with cereals				50	50	55	40	30			20	40
area with bushers	25			40	10				10		30	
scattered wood				10			10					10
young wood					40							
overgrown with bushes						30					50	
riparian shrubland						10	40		20			
fresh water courses peppled							10	10	30			
area with man-made impact									40			40
areas with olive										10		

Step three

To evaluate the similarity relation between the twelve environmental typologies was been utilized the Agglomerative Analysis. The cluster (fig. 2) was constructed from similarity matrix obtained with UPGMA method and by Sörensen index.

Step four

Very delicate step is the comparison between the ordination diagram and the cluster. The spatial distribution of birds depends by many factors

TABLE II – Zoocenotic informations expressed by presence/absence of birds species

species/sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Milvus milvus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Buteo buteo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Accipiter nisus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Charadrius dubius	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Columba palumbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Streptopelia turtur	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Athene noctua	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Upupa epops	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Picus viridis	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Lullula arborea	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Motacilla alba	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Saxicola torquata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Luscinia megarhynchos	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Turdus merula	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0
Cettia cetti	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Cisticola juncidis	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
Sylvia atricapilla	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Phylloscopus collybita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Troglodytes troglodytes	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Sitta europaea	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Muscicapa striata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ficedula sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lanius collurio	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Lanius senator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Parus major	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Parus caeruleus	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Aegithalos caudatus	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Pica pica	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Garrulus glandarius	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Oriolus oriolus	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Corvus c. cornix	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Fringilla coelebs	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
Carduelis carduelis	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Carduelis chloris	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Serinus serinus	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
Passer montanus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Passer italiae	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
Milaria calandra	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Emberiza cirlus	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0

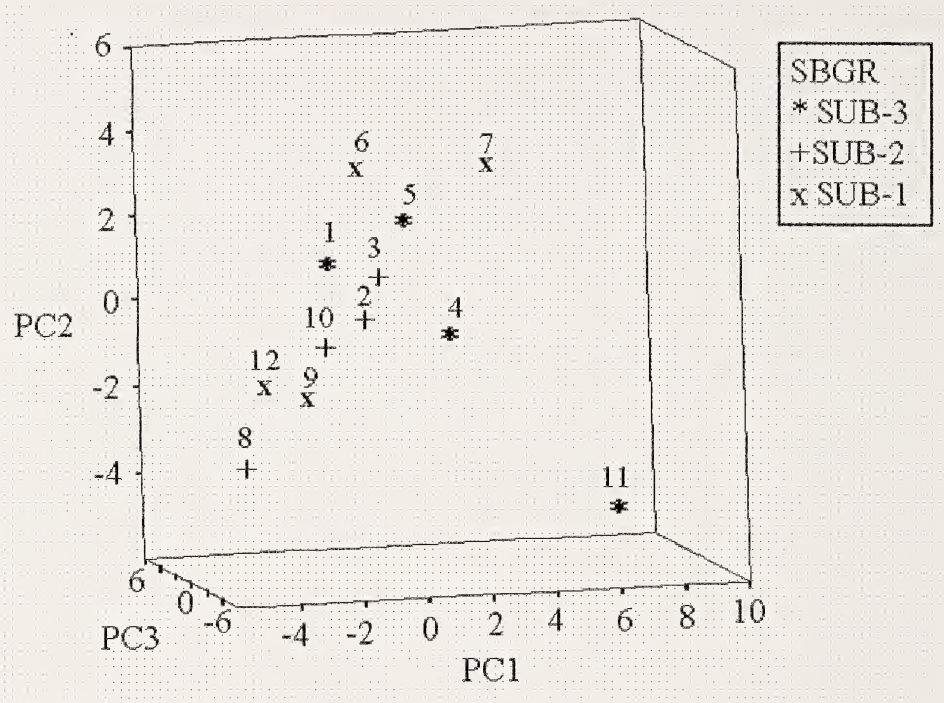


FIGURE 1 – Three dimensional plot of the 12 sites based on the PCA analysis at 39 variables (species). The symbols represent sub-group one (×), sub-group two (*), and soub-group three (+), indicated by cluster analysis.

in accordance with very complex patterns. For example, the number and the position of the individuals in the habitat largely depend from the vegetation structure (MacArthur *et al.*, 1962; Blondel *et al.*, 1973).

This step is very important to value which factors are really involved in the organization of animals communities.

In this step it is possible to formulate hypothesis about the importance of every patches considering which level of precision was described the environmental mosaic.

RESULTS

In fig 2 the diagram shows three sub-group with 35.0% similarity score: sites 6,7, 9, and 12 (I); sites 2, 3, 8 and 10 (II); sites 1, 4, 5 and 11 (III).

I) The sites 6, 7, 9 and 12 are characterized by the presences of *wetlands* (*riparian shrubland, fresh water courses pebbled*); sites 6, 7, and 12 have patches with *open corn field with scattered houses*; a *man-made impact* involves the sites 9 and 12.

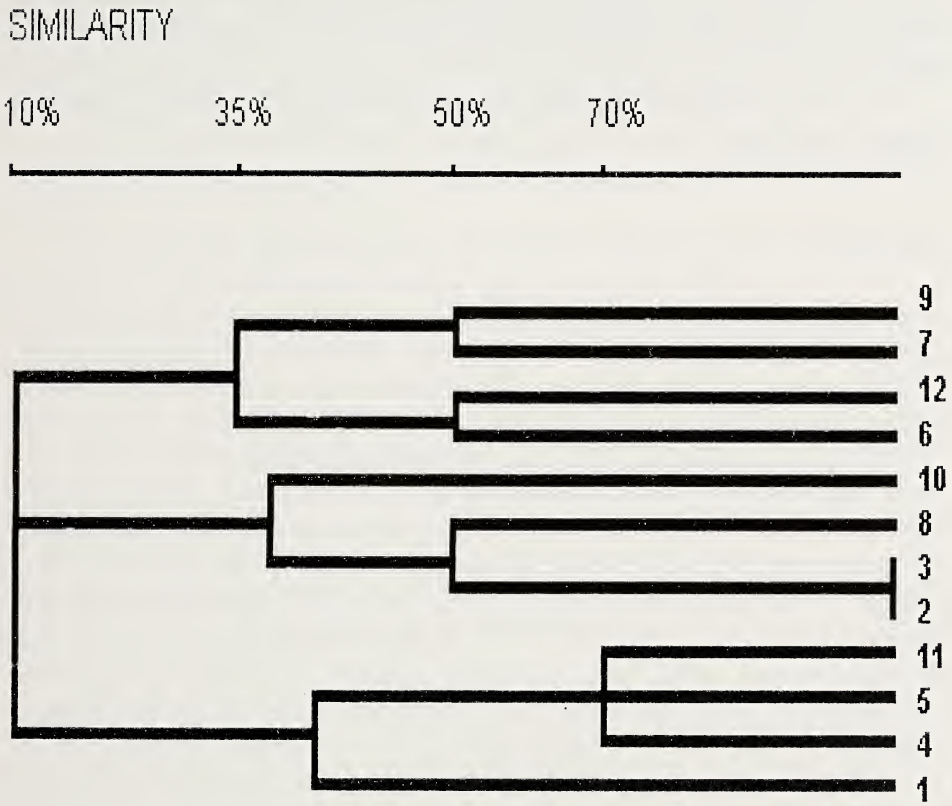


FIGURE 2 – Dendrogram constructed using the similarity between the environmental typologies of the 12 sites. The similarity distance is valued using the Sörensen Index and the average linkage between the groups (UPGMA method).

II) A common characteristic between sites 2, 3, 8 and 10 is the *orchard* but each having different extension. The *tree-lined garden* are present in 2, 3 and 8 sites; the *compact building* is present only in 2 and 3.

III) The similarity between 1, 4, 5 and 11 is probably due to the presence of patches *overgrown with bushes*; the *open corn field with scattered houses* is present in the sites 4, 5 and 11; in this four sites the uncommon patches are various, the site 1 is the more variable.

The diagram of figure 1 (communities ordination) does not show clearly this three sub-group. The three principal component carries the 53,3% of the total variance expressed by species.

The sites 6, 7, 9 and 12 are separated in two pairs, 6-7 and 9-12.

The sub-group 2, 3, 8 and 10 reflects, with highest faithfulness, the similarity relationship dictated by the environmental typologies (see the cluster in fig. 2).

The sites 1, 4, 5 and 11 delimit a precise sector of the plain but express a great variability.

Discussion

The sub-groups shown by the cluster analysis are not always found fully in animals communities ordinations (see parallelely figg. 1 and 2).

This aspect is due to the scarce ecological importance of the common patches, inside the sub-group, which the cluster it was structuring.

In the first sub-group, the presence of *wet habitats* in the sites 6, 7, 9 characterizes only the birds communities of the first two sites. In the site 9 the *man-made impact* has a very strong effect on the bird community. The position of the site 9 is near to that one of the site 12 in the ordination diagram of animals communities: this is probably due to the presence of relevant percentage of *man-made* patches (40%). The site 12 has also patches common with those ones of the sites 6 and 7 (principally *open corn field with scattered houses*) but these patches have less importance than those ones with *man-made impact* present in this site too.

In the second sub-group, the mosaic composition and the birds communities of the sites 2 and 3 are similar. It may be that their common patche, *compact building*, it's more important than others for the birds. Indeed the patches with *orchard*, present in all sub-group sites (2, 3, 8 and 10), do not seem to contribute to create the similarity between communities. The percentage presence of the *orchard* is great in the site 10 (90%) but it is not different between the site 8 and the site 3 (25% and 20% respectively). Other environmental elements, as the *farms*, could render the communities of the site 8 similar to this one of the site 2 or that one of the site 3. But, this fact does not occur because, probably, this element "weighs" less of the *river* present in the site 8 only.

Note that the presence of patches with *fresh water* in the sites 6, 7, 8, 9 is associated with patches with different typologies (more naturale in the

first two than in the second ones), so that the animal communities are very different.

The third sub-group 1, 4, 5 and 11 is an interessant case that shows the relative importance of the wood.

In the sites 4 and 5 it is present a *young wood* or a *scattered wood*: their communities is largely determined by the presence of the typologies *"overgrown with bushes" and "open corn field with scattered houses"* (note the position of the sites 4 and 5 in the ordination diagram).

On the contrary the site 11 with mature wood imposes a typical communities with *Accipiter nisus*, *Columba palumbus*, *Upupa epops*, *Ficedula* sp.

In conclusion the multivariate procedure used allows to characterize the environmental gradient (Massa and Lo Valvo, 1994).

For example, all the sites with patches characterized by *man-made impact* was distributed along the CP2 axis. The sites 6 and 7 can be cosidered the more natural areas. In the site 1 the anthropic presence is light; in the site 3, the 20% is covered by *orchard* and the 10% by *building*; the site 2 is characterized by the 80% of *building*. The site 10 is structured on two patches, where the largest is an intensive monoculture of kiwi, an exotic plant, more frequented by man and with a great pressure of pesticide. This fact shows the importance of the landscape heterogeneity on the biological diversity (Green, 1989; Naveh, 1991; Hansen & di Castri, 1992). Finally, we have the position with less scores for the sites 9 and 12, linked to areas with industries or mines.

Therefore, the analytical procedure suggested can be applied with different levels of accuracy. Every level is imposed by operator beginning from field data census, using selected indicators as the communities. It is important to note that the correlation between the environmental factors and the animal communities (step four) is strongly related with environmental and zoocenotic data.

Acknowledgements

This work have received grants from M.U.R.S.T. 60%.

REFERENCES

BLONDEL, J., C. FERRY, B. FROCHOT, 1970. La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune par station d'écoute, *Alauda*, **38:** 55-71.

BLONDEL, J., C. FERRY, B. FROCHOT, 1973. Avifaune et végétations essai d'analyse de la diversité, *Alauda*, **41:** 63-84.

COLIN, J.B., D.B. NEIL, D.A. HILL, 1992. *Bird Census Technique*, British Trust for Ornithology and Royal Society for Protection of Birds, Academic Press Inc. San Diego, CA.

DIGBY, P.G.N., R.A. KEMPTON, 1985. *Multivariate analysis of ecological communities, Populations and Community Biology Series*, Principal Editor, New York, U.S.A.

FARINA, A., E. MESCHINI, 1985. Le comunità di uccelli come indicatori ecologici, FASOLA, M. (red.). *Atti III Conv. ital. Orn.* pp:185-190.

GREEN, B.H., 1989. Agricultural impacts on the rural environment. *J. Appl. Ecology*, **26:** 793-802.

HANSEN, A.J., F. di CASTRI, 1992. *Landscape Boundaries, Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flow*, Springer-Verlag New York, U.S.A.

MACARTHUR, R.H., J.W. MACARTHUR, J. PREER, 1962. On birds species diversity. II. Prediction of bird census from habitat measurament. *American Naturalist.*, **96:** 167-174.

MASSA, B., M. LO VALVO, 1994. Breedeng bird communities along insular mediterranean gradients. *Anim. Biol*, **3:** 15-29.

MILONE, M., 1991. Alcuni aspetti metodologici nell'analisi delle comunità ornitiche dell'Alta Valle del Sele. *Atti del Seminario di Studio "L'ecologia della eterogeneità"* a cura di A. Farina, Ed. Zara, pp: 31-35.

MORRISON, M.L., 1986. Bird population as indicators of environmental change, *Current Ornithology*, **3:** 429-451.

NAVEH, Z., 1991. Biodiversità ed eterogeneità ecologica dei rilievi mediterranei. *Atti del Seminario di Studio "L'ecologia della eterogeneità"* a cura di A. Farina, Ed. Zara, pp: 47-60.

PODANI, J. 1991. *SYNTAX IV. Computer program for data analysis in ecology and systematic*. In: Feoli E. e Orloci L. (eds.), "Computer Assisted Vegetation Analysis", pp: 437-452. Kluwer Acad. publ., NL.

TERBORGH, J., 1970. Distribution on the environmental gradients: theory and preliminary interpretation of the distributional patterns in the avifauna of the Cordillera Vilcabamba, Perù. *Ecology*, **52** 1:23-40.

Fire in the Mediterranean Scrub: Evaluation of the Impact in the Licola-Castelvolturno Reserve (Ce) Through the Birds

Fulgione D., Rusch C.E. and Milone M.
Dipartimento di Zoologia Università di Napoli Federico II
Via Mezzocannone 8, 80134 Napoli

Key words: Fire, Birds, Mediterranean Scrub

Abstract. The mediterranean scrub is a quite heterogeneus ecosystem with a vegetation characterized by more vulnerable species together with others defined resistant to fire that represents a very important element of the disturbance. In this vegetation inhabit many species of passerines. We have studied the effects of the fire partially affecting an area of mediterranean scrub, the Reserve Licola-Castelvolturno (268 Ha), with regard to the dynamism of ornithical communities. The fire concerned the above 6-7 Ha during July 1990. The ornithical data have been recorded from April 1990 to July 1991. The data processing point a limited impact of the fire on the area of study. The similarity between the species captured in June 1990 and those captured during June 1991 suggests that the breeding community has been altered very little. After the fire the richness and biomass monthly fluctuations are remarkable but the equitability is rather constant, even if it is possible to see a little increase. The wintering community seems less stable than the migration-breeding community even if the wintering biomass is more abundant of the migrating one. Those variations could be correlated with modifications of fructification periods of mediterranean scrub species.

Riassunto. Il fuoco in ambiente a macchia mediterranea: valutazione dell'impatto nella riserva di Licola-Castelvolturno, utilizzando la classe degli uccelli.

La macchia mediterranea ha un ecosistema molto variegato con specie vulnerabili mescolate ad altre più resistenti all'impatto del fuoco il quale rappresenta il maggiore fattore di disturbo. A questo ambiente sono legate molte specie di uccelli passeriformi. Il nostro lavoro riporta gli effetti che un incendio parziale, della Riserva Naturale di Licola-Castelvolturno (268 Ha), ha provocato sul dinamismo stagionale delle comunità di uccelli. L'incendio ha interessato una superficie di 6-7 Ha durante luglio 1990. I dati sono stati raccolti da aprile 1990 a luglio 1991 e le elaborazioni evidenziano un limitato impatto del fuoco. La similarità tra le

---

Received 3.3.95, accepted 28.11.95

comunità nidificanti di giugno 1990 e quelle di giugno 1991 avvalorano tale ipotesi. Dopo l'incendio la fluttuazione mensile dei valori di ricchezza e di biomassa subiscono un incremento, mentre l'equipartizione evidenzia valori più stabili. Le comunità dei mesi invernali evidenziano una stabilità maggiore di quelle dei periodi di migrazione e di riproduzione. Durante il periodo invernale si notano anche elevati valori di biomassa. Alcune di queste modalità possono essere messe in relazione ai modificati periodi di fruttificazione delle essenze della macchia mediterranea.

Introduction

Fire represents a very important element of the disturbance in a natural ecosystem, especially in the mediterranean region. In the latest twenty years the fires have interested in Italy 2.536.907 Ha (which 1.400.691 Ha in the scrub), in particular the Campania Region was covered by 19.903 fires interesting 136.319 Ha, of which 62.419 Ha were in notwooded land (Ministero dell'Ambiente, 1992). The effects of the fire vary according to a number of parameters, peculiar to the concerned system. It is important, for istance, the vegetation type (Turner and Romme, 1994), its spatial structure (Lambertini, 1989), the distribution of those sites more susceptible to the fire whitin the general pattern of the landscape (O'Neill *et al.*, 1992) and the successional seres of the interessed community (Swanson *et al.*, 1992).

Recently, thanks to the coming of Landscape Ecology, the importance of the scale in which it was we measured the effect of the fire has been understood. In fact, if the fire is referred to a very small spatial scale, it may represent a destructive event; however if its effects were evaluated in relation to a very large scale, it may even become a mechanism allowing a more various dynamism of the different forestal components (Farina, 1993).

What above seems proved also as far as specific richness and abundance of birds, reptiles and isopods are concerned; it is also most relevant for the conservation of biodiversity aimed at the highest value of methastability (Naveh, 1991).

The mediterranean scrub is a quite heterogeneus ecosystem with a vegetation characterized by a greater number of evergreen species. The volatile oils secreted by the many plants make the vegetation easily flammable. More vulnerable species are present together with others defined resistant. Most of them are even whetted in their growth (Cox *et*

al., 1989). In this vegetation inhabit many species of passerines; some of them find shelter and nourishment during the migrations and the wintering period, others select this area as comfortables sites for nesting.

This study is to be included in the framework of the activities brought on by the Department of Zoology of Naples, it has been carried on in collaboration with the foresters of "Corpo Forestale dello Stato". It aims at evaluating the effects of the fire, partially affecting an area of mediterranean scrub, with regard to the dynamism of ornithical communities.

Study area

The concerned area covers the retrodunal strip, its extension is 268 Ha (from 1 to 8 m above sea-level). It is a preserved area (Licola-Castelvolturno, CE) run by the "Corpo Forestale dello Stato" (fig. 1).

The reserve, formed by many consolidate dunes near the sea, is situated in the Volturno's river plain.

Here it is possible to find various elements of the mediterranean scrub, particularly *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Erica arborea*, *Rhamnus alaternus*. The more inner area is founded by an artificial pine wood of *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Pinus halepensis*, about 50 years old (de Filippo *et al.*, 1982).

The fire concerned the above 6-7 Ha along the strip of scrub characterized by ilex and pines during July 1990.

Materials and methods

The ornithical data have been recorded from April 1990 to July 1991, excepted the month of the fire and the following one (July 1990 and August 1990).

Captures with mist – nets placed along a 300 m transect have been carried out. This method has allowed to sample with good approximation the community of birds breeding in the area and halting during the migration and winter periods. The caught birds are weighed with a pesola (0,1 g accuracy). At the same time a record of the fructification periods of the most common plants growing in the area has been taken, in order to measure the seasonal variability of nourishment offered by the site.

The data processing, realized with informatic packages for multivariated statistic analysis (SYNTAX IV of Podani, 1991) has been drawn from

a data matrix given by the frequencies relevant to each specie throughout the months. A matrix of similarities among the communities, for each month has been drawn up.

The following stage has been the evaluation of similarities among the months, following the Complete Linkage strategy and the Euclidean Distance estimate.

FIGURE 1 – The study area: Reserve of Licola-Castelvolturno (268 Ha).

The results have been put into evidence through a cluster.

The index of equitability "J" (Pielou, 1966) has been calculed. Finally, the annual course has been laid out together with "S", the richness of the species, and biomass (BM).

Results

The cluster analysis (fig. 2) points out a clear-cut distinction between the spring/summer months and the autumn/winther ones. The similarity between the two groups is 52%. The community of February, even though belonging to first group, parts from it at a 76% level of similarity. The communities of the reproductive period point out a level of similarity higher than 90% if considered before (June 1990) and after the fire (June 1991).

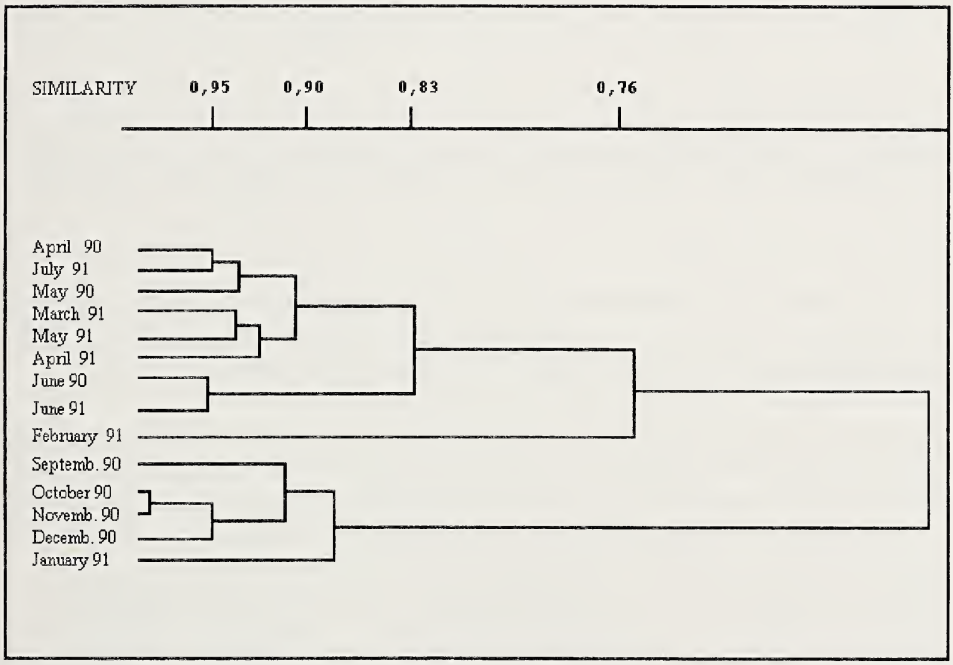


Figure 2 – Similarities among the monthly birds communities. Cluster Analysis carrying out following the Complete Linkage strategy and the Euclidean Distance.

Figure 3 shows the high richness and a relevant biomass during the wintering and the spring migration period with a minimum in the late winter (February), but the equitability is rather constant, even if it is

possible to see a little increase after the fire. After the fire the richness and biomass fluctuations could be remarkable.

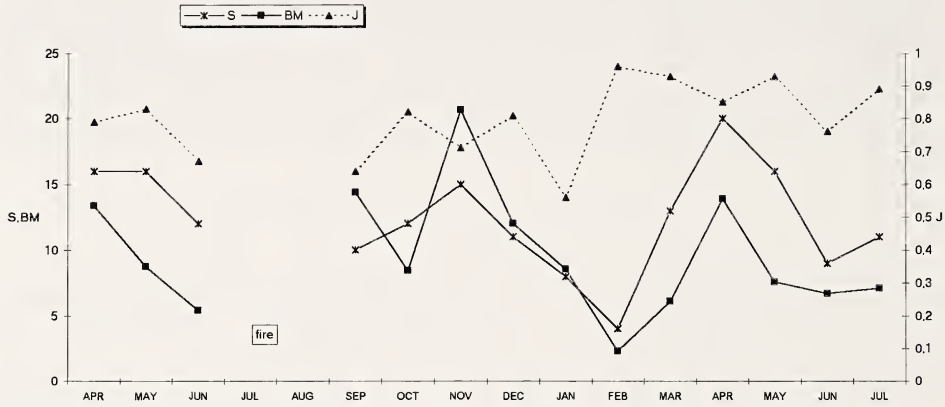


FIGURE 3 – Annual modifications of three communities indexes: the equitability "J" (triangles); the species richness "S" (stars); the biomass "BM" (squares).

In Table I are shown the periods of fructification, obtained through our examination of the berries. These ones were compared with those ones described in a nearest area by Terracciano (1910).

TABLE 1 – Periods of fructification in the most common plants growing in the area (data compared with those ones described in a nearest area by Terracciano, 1910).

SPECIES	Fructif. periods: TERRACCIANO	OUR OBSERVATIONS
Rhamnus alaternus	July - August	May - August
Pistacia lentiscus	September - October	September - December
Myrtus communis	October - November	October - January
Smilax aspera	October - November	January - November
Phillyrea sp.	April - June	June - July
Asparag. acutifolius	October - November	October - December

DISCUSSION

The data processing point a limited impact of the fire on the area of study. The usual seasonal turn-over of ornithical communities seems re-

spected, in fact, there is a clear-cut distinction between spring/summer months and autumn/winter ones, February being a typical month of transition in relation to the phenology of the species considered. The similarity (fig. 2) between the species captured in June 1990 and those captured during June 1991 suggests that the breeding community has been altered very little.

The observing annual fluctuations of index (fig. 3) could be related to the limited extention of the fire because this one has caused only a small patch in the whole ecosystem. This patch has been characterized by an earlier successional sere as to the surrounding environment.

The peculiar process of mosaicism due to the local effect of the fire (Turner and Romme, 1994) creates areas of regressed habitats, dephased with respect to the successional sere of the whole ecosistem increasing the richness appreciably (Grubb, 1977; Connell, 1978; Huston, 1979). This is probably the spring 1991 case (see fig. 3), here the ratio between the successional sere in the patch and that one in the whole ecosystem is more remarkable. It would then seem logical to observe the impact on a greater scale in order to study its real effects. It is important to note the increase of "J", from the wintering period to the migration-breeding period, after the fire disturbance. The wintering community seems less stable than the migration-breeding community even if the wintering biomass is more abundant of the migrating one.

A sympton of regression of the succession in the patch could be the general shift of the fructification of almost all the species, compared with the data of Terracciano (1910). Particularly, it was observed that *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus*, *Smilax aspera* and *Myrtus communis* comes earlier their fructification (these specie seems to be a more large period of that known), on the contrary *Phillyrea* sp. postpones their fructification.

These variations could be related with the two peaks of richness. The productivity of *Pistacia lentiscus* and *Myrtus communis* could be correlated with the bird richness and biomass during the wintering while the productivity of *Ramnus alaternus* could be related with the migration period.

Now becomes important to known if all these observations are wildfire effects. As a consequence, in such perturbation-dependent landscapes a possible management goal should not be the achievement of a homeostatic steady-state climax, leading to a dense and a monotonous woody cover through non-interference and complete protection, but the maintenance of the homeorhetic flow equilibrium through constant, well-controlled intervention by "optimum" defoliation pressure (Naveh, 1991).

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Dott. Nicola Di Fusco director of Natural Reserves in Campania of the Ministry of Agriculture politics ex-ASFD. We are grateful to Dr. G. de Filippo for his help during the ringing operations. This work was funded by grant from the Italian Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (MURST).

REFERENCES

CONNELL, J. H., 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reef. *Science*, **199:** 1302-1310.

COX, B., MOORE, P.D., WHITFIELD, P., 1989. *The atlas of the living world*. Marshall Editions Limited, London.

DE FILIPPO, G., FRAISSINET, M., GRASSI, G., KALBY, M., MILONE, M., (a cura di), 1982. *Proposte per l'istituzione di Parchi e Riserve Naturali in Campania*, pp. 77-81. Regione Campania, Napoli.

FARINA, A., 1993. *L'ecologia dei sistemi ambientali*. CLUEP Editore, Padova.

GRUBB, P.,1977. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*. **52:** 107-145.

HUSTON, M., 1979. A general hypotesis of species diversity. *American Naturalist*. **113:** 81-101.

LAMBERTINI, M., FARALLI, U., 1989. Ecologia del fuoco in un ambiente a macchia mediterranea (Monte Argentario, Toscana): struttura ed evoluzione delle comunità ornitiche. *Atti V Convegno Italiano di Ornitologia*, Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, **17**: 7-10.

Ministero dell'Ambiente, 1992. *Relazione sullo stato dell'ambiente*. Istituto Poligrafico Zecca dello Stato, Roma.

NAVEH, Z., 1991. Biodiversità ed eterogeneità ecologica nei rilievi mediterranei. *Atti del seminario di studi "L'ecologia della eterogeneità"*, a cura di A. Farina, Ed. Zara, pp: 47-60.

O'NEILL, R.V., GARDNER, R.H., TURNER, M.G., ROMME, W.H., 1992. Epidemiology theory and disturbance spread on landscape. *Landscape Ecology* **7**: 19-26.

PIELOU, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *J. Theoret. Biol.*, **13:** 131-144.

PODANI, J., 1991. *Syntax IV. Computer Programs for data Analisys in Ecology and Systematics*. In E. Feoli and L. Orloci (eds.), Computer Assisted Vegetation Analysis, 437-452. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

SWANSON, F.J., WONDZELL, S.M., GRANT, G.E., 1992. *Landforms, disturbance and ecotones*. In: Landscape boundaries, Hansen & di Castri (eds.), Springer-Verlag, New York.

TERRACCIANO, N., 1910. *La flora dei Campi Flegrei*. Atti Ist. Incor. Napoli.

TURNER, M.G., ROMME, W.H., 1994. Landscape dynamics in crown fire ecosystems. *Landscape Ecology* **9**: 59-77.

CONTRIBUTI IN ITALIANO

Il Partial Least Squares e l'Analisi in Componenti Principali rispetto ad un sottospazio di riferimento. Un'applicazione per la rilevazione di inquinamento di ambienti fluviali

S. Scippacercola, P. Amenta e L. D'Ambra
Department of Matematics and Statistics University Federico II of Naples
Monte Sant'Angelo, Via Cinthia, 80126 Naples - Italy

Key words: multicollinearity, partial least squares, principal components, pollution

---

Riassunto. Negli ultimi anni la letteratura specializzata ha mostrato un interesse notevole a metodologie in cui è presente la collinearità. A tal fine, per scopi predittivi, è stato proposto, negli anni più recenti, un metodo con il nome di PLS (Partial Least Squares) (Wold, 1966) che si è rivelato molto utile in chemiometria.

Nel presente lavoro, dopo un confronto con altri metodi, viene suggerito l'uso del PLS come metodologia alternativa a tecniche fattoriali vincolate per analizzare congiuntamente le variabili anche in presenza di multicollinearità.

Un'applicazione sull'inquinamento di ambienti fluviali in Italia, consente di verificare la validità del metodo e di fornire, sotto certe condizioni, una interpretazione più puntuale rispetto ad altri approcci.

Summary. The Partial Least Squares and the Principal Components Analysis on a reference subspace. The italian rivers pollution.

The Partial Least Squares (PLS) (Wold, 1966) is a predictive method very useful in case of multicollinearity, mainly in chemiometry. In this work we describe and compare PLS with other methods proposed in literature.

Let $X\ (n,\ p)$ be a data matrix with p explicative variables observed on n individuals. Let $y\ (n,\ 1)$ be a response variable. The classic regression model $y = X\beta + u$ (with $\beta\ (p,\ 1)$ and $u\ (n,\ 1)$ stochastic variables) estimates the regression parameters by means of the least squares method $(\hat{\beta} = (X'X)^{-1}\ X'y)$.

If the determinant of $X'X$ is close to zero we have the multicollinearity. In this case the inverse matrix of $X'X$ does not exist and the regression coefficients are strongly unstables. Furthermore we could note an incoherence in the regressor signs. In the regression, the main problem arises in the estimation of β if $p \geq n$.

Other approaches are the Ridge Regression (Hoerl-Kennard, 1970), the Latent Root Regression Analysis (Webster-Gunst-Mason, 1974), the Principal Components Regression (Massey, 1965) and the PLS.

Received 23.10.94, accepted 6.12.95

The PLS proposed by Wold (1966, 1975, 1989) exists in two different versions: the PLS1, if we consider one response variable, and the PLS2 if we have more than one response variables.

In PLS2 we perform a singular values decomposition of the variance – covariance matrix $X'Y$ where Y is of order (n, q). The system of weights for the matrices Y and X are the left and right eigenvectors associated to the highest modulus eigenvalue, respectively.

The PLS2 criterion is to research the t_h (linear combination of X) and q_h (linear combination of Y) components in order to maximize the covariance between t_h and q_h. If r represents the correlation coefficient between t_h and q_h, we have that $Cov(t_h, q_h) = r \sqrt{Var(t_h)\ Var(q_h)}$.

In order to obtain the maximum of this term we have to maximize $Var(t_h)$ and $Var(q_h)$ simultaneously. This "coinertia criterion" gives us coherent results compared with the results of the alternative methodologies. Other methods leave out the variables judged "redundant". The PLS method takes into account all the variables providing an higher degree of information.

A different approach for studying the asymmetrical relationship between two different sets of variables X and Y is the Principal Components Analysis on a reference subspace (ACPR) (D'Ambra and Lauro, 1982). The aim of this method is to analyze the structure of the former set of variables with respect to the latter. We see as ACPR maximizes the projected inertia of response variables with respect to explicative variables while PLS maximizes the coinertia between the two sets. A multicollinearity problem can arise in ACPR. PLS can be considered as a useful tool to avoid this problem.

In this paper the PLS is applied on a real case (the italian rivers pollution) to verify the validity, the characteristic and the advantages of the method in relation with ACPR in presence of multicollinearity.

The easy geometric interpretation and the missing data treatment characterizes the PLS methods as a powerfull tools for descriptive and predictive purposes.

Introduzione

Considerata una matrice di dati X (n, p) contenente p variabili esplicative osservate su n individui ed una variabile di risposta y $(n, 1)$, il modello classico di regressione $y = X\beta+u$ (con $\beta(n, 1)$ ed $u(n, 1)$ variabile casuale stocastica) porta a stimare i coefficienti di regressione β mediante il metodo dei minimi quadrati $\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'y$.

Se il determinante della matrice $X'X$ è pari a 0 vi è multicollinearità perfetta o, caso più frequente, se il determinante di $X'X \simeq 0$ si è in presenza di multicollinearità. In questi casi la matrice $(X'X)^{-1}$ non esiste ed i coefficienti di regressione mostrano una elevata instabilità e, cosa ancora più grave, spesso si possono evidenziare, a posteriori, incoerenze nel segno dei regressori.

Nell'ambito della regressione il principale problema è la stima di β se $p \geq n$. Le proposte più comuni sono la ridge regression (Hoerl-Kennard, 1970), l'analisi delle radici latenti (Webster-Gunst-Mason, 1974), la regressione sulle componenti principali (Massey, 1965), ed, a questa lista, si può aggiungere il PLS. Altre proposte metodologiche, in caso di multicollinearità, portano ad escludere dal contesto interpretativo alcune variabili che concorrono alla spiegazione del fenomeno. L'esclusione di variabili fortemente correlate pregiudica l'analisi globale del fenomeno e, come sottolinea Martens (1987), la presenza di multicollinearità dovrebbe essere un vantaggio e non un problema da risolvere.

Il PLS, per il particolare criterio di co-inerzia utilizzato, riesce a fornire l'interpretazione di molti casi che, invece, con altre metodologie risultano non aderenti alla realtà sperimentale. Il PLS nasce come algoritmo e, benché ripetutamente citato in letteratura, nonostante i suoi evidenti vantaggi come metodologia alternativa nei casi di multicollinearità, ha trovato scarse applicazioni.

Scopo del presente lavoro è di descrivere il metodo PLS (par. 2), di confrontarlo con altre metodologie e di analizzare i risultati di una applicazione del PLS con l'Analisi in componenti principali rispetto ad un sottospazio di riferimento (ACPR) (D'Ambra-Lauro, 1982) su alcuni parametri caratterizzanti i fiumi d'Italia per rilevarne il grado di inquinamento (par. 3).

Metodi

– Il Metodo PLS

Date p variabili esplicative, il PLS proposto da Wold (1966, 1975, 1989) esiste in due distinte versioni: PLS1 e PLS2, quando si considerano, rispettivamente, 1 e k variabili di risposta. Vengono, di seguito, brevemente illustrati i metodi PLS1 e PLS2:

– Il Metodo PLS1

1. Considerata una matrice di dati $X\ (n,p)$ contenente le determinazioni di p variabili su n osservazioni, detta $y\ (n,\ 1)$ la variabile di risposta, ed indicato, rispettivamente, con $\bar{X}$ ed $\bar{y}$ la matrice e lo scalare delle medie, si calcolano gli scarti dalle medie (residui): $X_0 = X - \bar{X}$ e $y_0 = y - \underline{1}\bar{y}$, dove $\underline{1}' = [1...1]$. Per i = 1,2,..... si eseguono i passi da (2) a (5).

2. Si calcolano i vettori t_i $(n, 1)$ con una opportuna combinazione lineare dei residui $X_{(i-1)}$ del passo precedente; $t_{(i)} = X_{(i-1)}w'_{(i)}$, con $w_{(i)} = y'_{(i-1)}X_{(i-1)}$. I coefficienti $w_{(i)}$ sono, quindi, calcolati usando la covarianza tra X e y.

3. Si determinano i coefficienti p_i $(1,p)$ (per le p variabili) e q_i (per le y) regredendo, con il metodo dei minimi quadrati, le X e le y su t_i, ottenendo:

$$p_i = \frac{t_i'X_{i-1}}{t_i't_i} = \frac{Cov(t_i,X_{i-1})}{Var(t_i)} \tag{1}$$

$$q_i = \frac{t_i'y_{i-1}}{t_i't_i} = \frac{Cov(t_i,y_{i-1})}{Var(t_i)} \tag{2}$$

4. Si calcolano i nuovi residui

$$X_i = X_{i-1} - t_ip_i$$
$$y_i = y_{i-1} - t_iq_i$$

5. Una possibile condizione di convergenza è la verifica della stabilità della $Var(t_i) = t_i't_i$.

Il metodo fornisce ad ogni passo una rappresentazione bilineare di X ed y, al generico passo k:

$$\begin{aligned} X &= \bar{X} + t_1p_1 + \ldots + t_kp_k + X_k \\ y &= \bar{y} + t_1q_1 + t_kq_k + y_k \end{aligned} \tag{3}$$

Dalla (3) si deduce che i residui X_i sono incorrelati con $t_1, t_2, \ldots, t_k$; inoltre si dimostra che i pesi $w_1, w_2, \ldots, w_k$ risultano ortogonali (Helland, 1988). I vettori t_i sono le proiezioni di X_i sulla base generata dalle colonne della matrice W_A formata dai coefficienti w_i; inoltre i regressori p_i sono le proiezioni di X_i sulla base generata dalle righe della matrice dei coefficienti t_i. Ciò consente una interessante rappresentazione geometrica.

Il metodo fornisce, quindi, un insieme di coefficienti w_i ortogonali ed un insieme di vettori p_i di coefficienti non ortogonali che si approssimano con i vettori t_i ortogonali. L'alternanza di proiezioni su righe e su colonne ha un effetto incrociato a cui può essere conferito il nome di regressione criss-cross (Amenta-Scippacercola, 1994).

Un ulteriore vantaggio è che i parametri possono essere stimati per ogni fattore separatamente poiché sia i vettori w_i sia i t_i risultano essere ortogonali; inoltre, il metodo non richiede nessuna inversione.

– Il Metodo PLS2

Il PLS2 considera q variabili di risposta e procede alla decomposizione in valori singolari della matrice di varianza e covarianza $Cov\ (X, Y) = X'YY'X$ attribuendo i pesi alle matrici $Y\ (n, q)$ ed $X\ (n, p)$, rispettivamente, con l'autovettore di sinistra e di destra corrispondente all'autovalore di massimo modulo. Vengono, quindi, calcolati i residui e si procede ad iterare il procedimento con tali residui.

Il criterio del PLS è quello di ricercare le componenti t_h (combinazione lineare di X) e q_h (combinazione lineare di Y) tale che la covarianza tra esse sia massima. Ora, poiché

$$Cov(t_h, q_h) = r \sqrt{Var(t_h)\ Var(q_h)} \tag{4}$$

dove r rappresenta il coefficiente di correlazione tra t_h e q_h, si evince che per massimizzare tale covarianza si devono massimizzare simultaneamente: $Var(t_h)$, $Var(q_h)$ e $r(t_h,q_h)$.

La principale difficoltà del PLS2, riscontrabile, peraltro, in altri metodi è il caso in cui si presentano autovalori uguali, condizione che può generare ambiguità nella scelta. Altra difficoltà è la condizione di convergenza. Esistono, in letteratura, varie proposte in merito come la cross-validation (Stone, 1974; Wold, 1988) ed altri metodi (Martens, Naes, 1987; Hanne, 1987; Höskuldson, 1988).

In appendice sono riportati gli algoritmi PLS proposti da Wold ed Helland.

ACPR ed il PLS

Indicato con $Y_{(n,p)}$ (criterio) ed $X_{(n,q)}$ (esplicative), due matrici associate, rispettivamente, a due insiemi di variabili quantitative osservate su n individui, obiettivo dell'ACPR è quello di analizzare la struttura della varianza spiegata del primo set di dati rispetto al secondo set di dati. L'approccio consiste nell'effettuare una Analisi in Componenti Principali delle immagini delle variabili criterio rispetto al sottospazio generato dalle variabili esplicative.

Siano $\Re_Y$ e $\Re_X$ i due sottospazi di $\Re^n$ generati dai vettori linearmente indipendenti $x_j \in X$ e $y_k \in Y$ ($j = 1, ..., q$) ($k = 1, ..., p$) e siano, con I_n matrice identità di ordine n,

$$P_m^{\perp} = [I_n - (1/n)u_n u_n'] \; e \; P_0 = P_m^{\perp} X(X'P_m^{\perp}X)^{-1} X'P_m^{\perp}$$

i proiettori ortogonali, rispettivamente, al vettore $u_n' = [11...1]$ ed al sottospazio $\Re_X$.

Al fine di visualizzare la struttura di dipendenza fra Y e X, l'ACPR ricerca gli assi principali v_i ($i = 1, ..., h \leq \min(p,q)$) di $\Re_X$ tale che

$$\max_{v_i} v_i' \frac{1}{n} Y'P_m^{\perp}P_x P_m^{\perp} Y v_i \text{ soggetto ai vincoli } v_{i'}' v_i = 1 \text{ e } v_{i'}' v_i = 0 \text{ per } i' \neq i$$

L'ACPR ricerca un vettore di pesi b che massimizza la quantità

$$[t't/b'b]$$

dove $t = P_0 Yb$ e P_0 è l'operatore di proiezione ortogonale sul sottospazio di riferimento generato dalle colonne di X. Si può apprezzare la differenza dei criteri tra l'ACPR ed il PLS: l'ACPR massimizza l'inerzia spiegata (proiettata) mentre il PLS massimizza la coinerzia $Cov(b'Y'X)$ in quanto ricerca un vettore di pesi che massimizza la quantità $[t'y/b'b]$ con $t = Xb$.

Altri metodi ed il PLS

– Nel *modello lineare di regressione*, utilizzando il metodo dei minimi quadrati, si stimano i coefficienti β con $\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'y$. Per contro la metodologia PLS conduce alla stima dei coefficienti β_{PLS} con

$$\hat{\beta}_{PLS} = W_A(W_A'X'XW_A)^{-1} W_A'X'_Y$$

dove la relazione di ricorrenza è stabilita da

$$W_{A+1} = X'y - X'XW_A(W_A'X'XW_A)^{-1} W_A'X'y$$

con W_A matrice dei coefficienti w_i.

La soluzione individuata con il PLS risulta analoga alla soluzione separata di una Analisi in Componenti Principali (ACP) su X e su Y ma è effettuata in una singola iterazione.

– L'*Analisi in Componenti Principali* ricerca un vettore b di pesi che massimizza il rapporto

$$[t't/b'b]$$

con $t = Yb$ massimizzando, quindi, la varianza Var(Yb); il PLS, invece, ricerca un vettore di pesi che massimizza la quantità

$$[t'y/b'b]$$

con $t = Xb$ e dove il numeratore risulta pari alla covarianza ($b'X'y$). Si evince come i criteri dei due metodi portino il primo ad esaminare la struttura mentre il secondo la co-struttura.

– Indichiamo con c_k una base unitaria di un sottospazio K-dimensionale di uno spazio euclideo p-dimensionale ($K < p$) e con $a=\Sigma_{k=1}^{K} a_k c_k$ un vettore di questo sottospazio. Nel caso dei minimi quadrati ordinari (MQO), il sottospazio è definito dal vettore unitario che massimizza la correlazione, al quadrato, fra la variabile di risposta e la corrispondente combinazione lineare delle variabili predittrici:

$$c_{MQO} = \max_{c'c=1} \mathrm{corr}^2(y, Xc)$$

Nel caso della *Ridge Regression* (RR) (App. 3), il sottospazio viene generato dal vettore unitario definito dal seguente criterio con λ parametro "ridge"

$$c_{RR} = \max_{c'c=1} \mathrm{corr}^2(y, Xc) \frac{\mathrm{var}(y, Xc)}{\mathrm{var}(y, Xc) + \lambda}$$

Il criterio della *Principal Component Regression* (App. 2) porta a definire una sequenza di sottospazi K-dimensionali ognuno generato dai primi K autovettori associato alla decomposizione in valori singolari della matrice di varianza e covarianza delle variabili predittrici. Ogni c_k ($1 \leq k \leq R$) è basato sul criterio, per $l = 1, \ldots, k - 1$

$$c_{PCR} = \max_{\substack{c'Vc=0 \\ c'c=1}} \mathrm{var}(Xc)$$

dove R è il numero di autovalori non nulli.

Anche la metodologia PLS produce una sequenza di sottospazi K-dimensionali generati da vettori unitari e le K soluzioni sono ottenute a

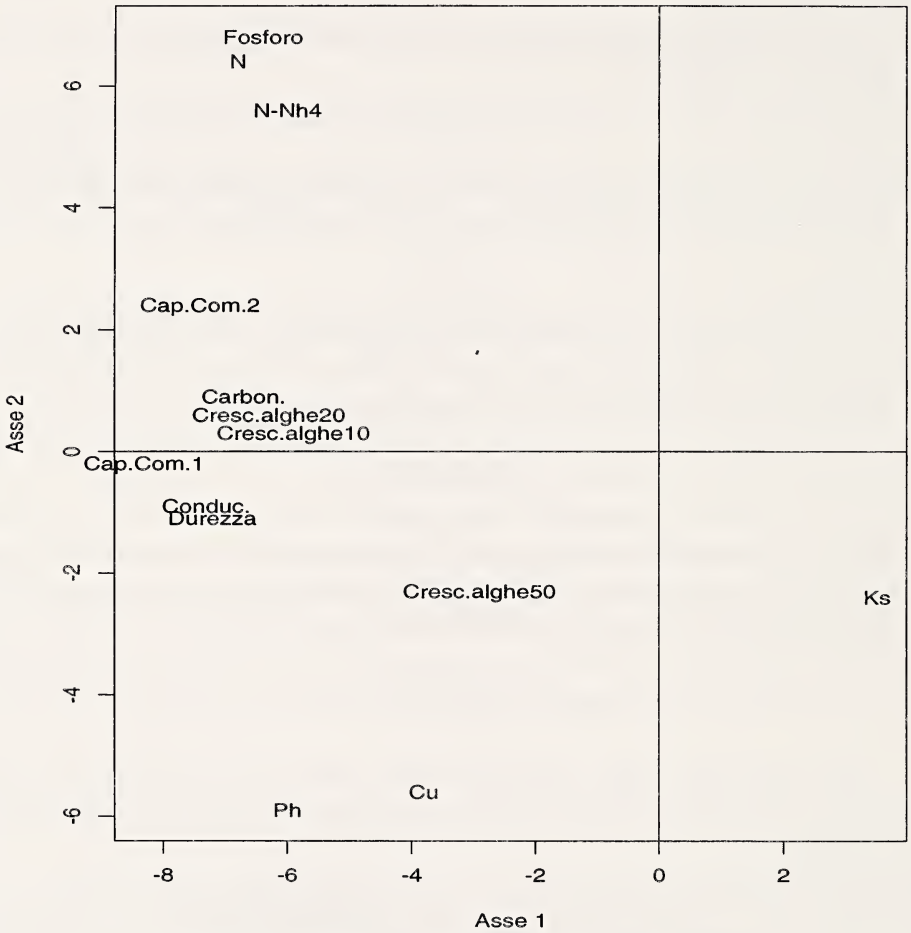


FIGURA 1 – ACPR. Rappresentazione delle variabili

partire da un'adattamento a minimi quadrati della variabile di risposta sulle K corrispondenti combinazioni lineari. Il PLS, anche se utilizza una strategia assai prossima al PCR, se ne differenzia in quanto al criterio di definizione dei sottospazi K-dimensionali e delle combinazioni lineari:

$$c_{PLS} = \max_{\substack{c'Vc=0 \\ c'c=1}} \mathrm{corr}^2(y, \mathrm{Xc})\mathrm{var}(\mathrm{Xc})$$

RISULTATI DI UN'APPLICAZIONE SULL'INQUINAMENTO DI FIUMI

Per confrontare i risultati della metodologia PLS rispetto all'ACPR, sono stati presi in esame 28 determinazioni effettuate su campioni d'acqua prelevati in alcuni fiumi dell'Italia settentrionale (Camusso et al., 1992).

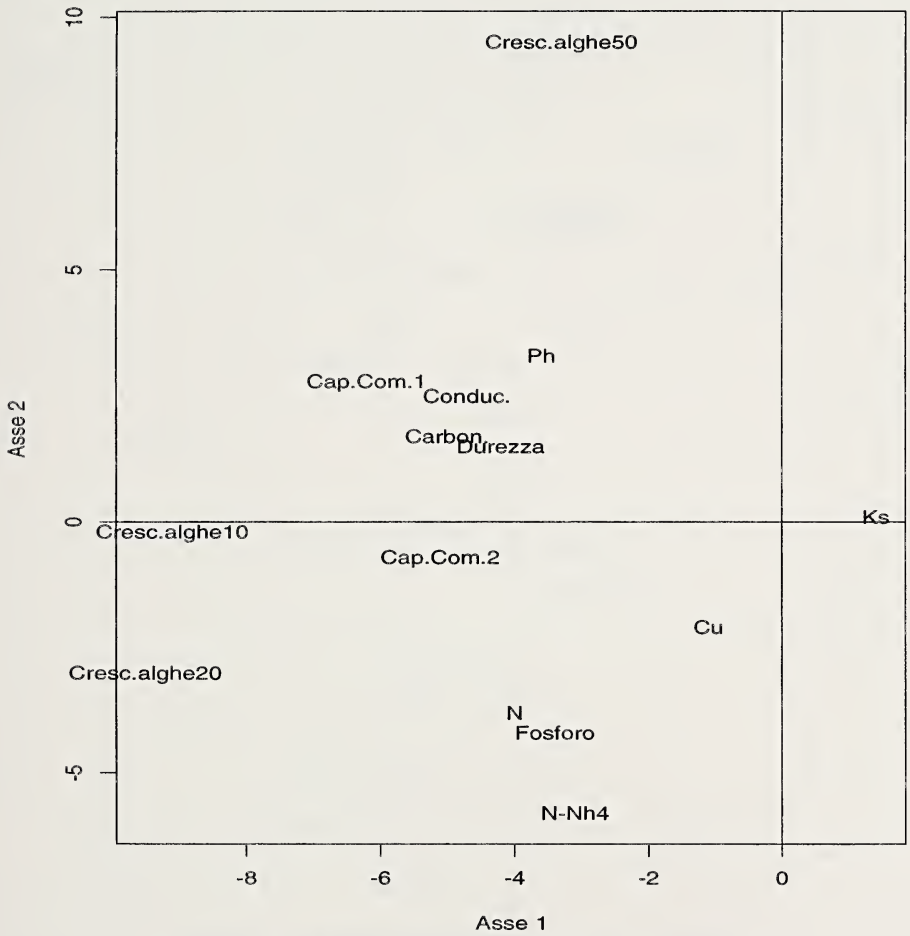


FIGURA 2 – PLS. Rappresentazione delle variabili

Le variabili esplicative considerate sono:

- Conducibilità ($\mu S/cm$), pH, Durezza (oF), Fosforo totale ($\mu gP/l$), Azoto ammoniacale (mgN/l), Azoto totale (mgN/l), Carbonio organico disciolto (mgC/l)

- Due Capacità complessanti (*μmolCu/l*) derivanti da distinti metodi
- Costante di stabilità condizionale (KS) (*l/μmol*)
- Rame (*μg/l*)

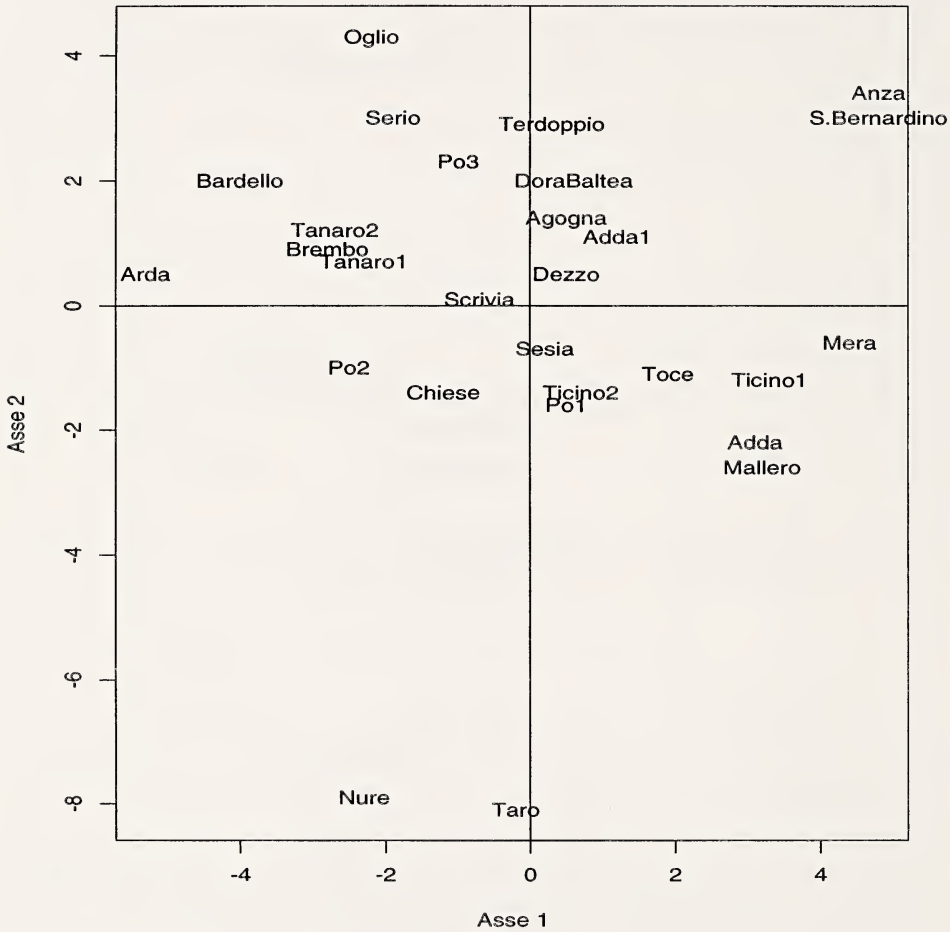


FIGURA 3 – ACPR. Rappresentazione dei fiumi

Come variabili di risposta sono state considerate le crescite di Selenastrum capricornutum dopo 96 ore dall'aggiunta di quantità diverse di Rame (10, 20 o 50 *μg/l*) usando, come controllo, altri campioni senza aggiunta di Rame. L'obiettivo della ricerca (Camusso et al., 1992) era di dimostrare che, per valutare l'inquinamento fluviale, è più importante la capacità complessante rispetto alla durezza.

Sono state eseguite due distinte analisi utilizzando le metodologie ACPR (Fig. 1 e 3) e PLS (Fig. 2 e 4). In Fig. 1 e 2 sono riportati, nel piano fattoriale I-II, la rappresentazione dei parametri, rispettivamente, eseguite con 1 'ACPR e con il PLS. Le percentuali di inerzia (co-inerzia) spiegate dal primo asse sono quasi del 70% e del 20% dal secondo asse.

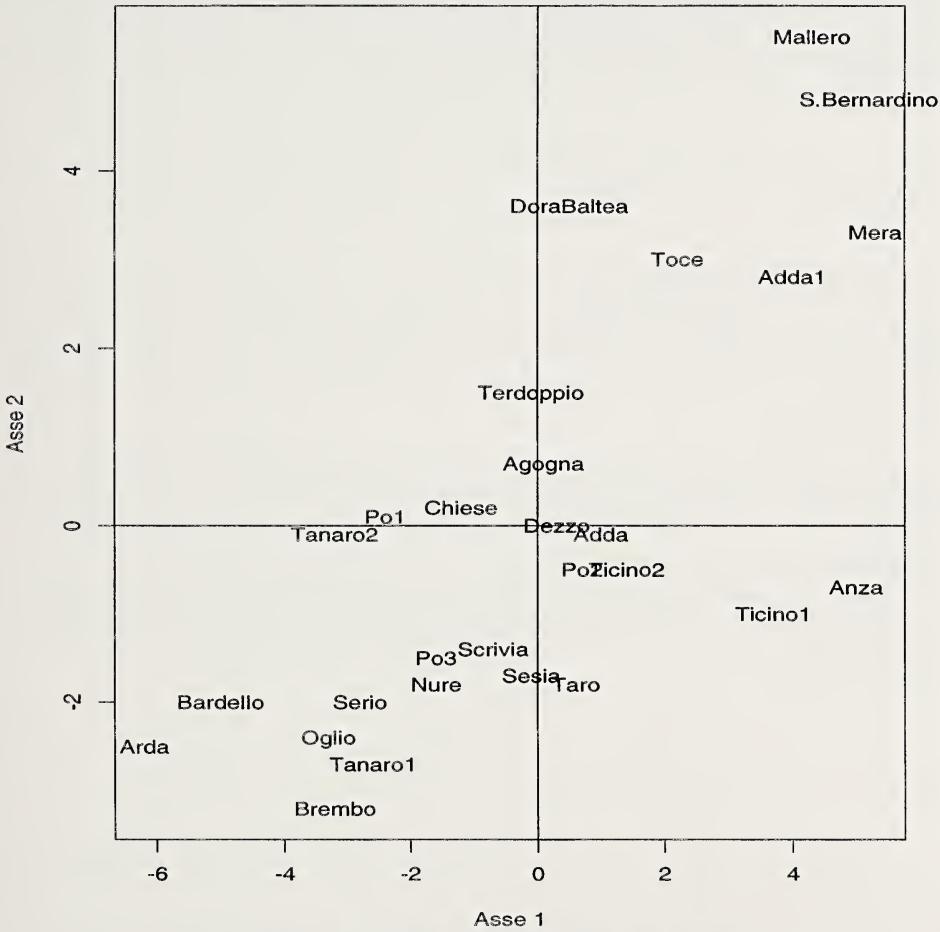


FIGURA 4 – PLS. Rappresentazione dei fiumi

I risultati ottenuti con il PLS sono molto più aderenti ai risultati sperimentali. Infatti basta esaminare le diverse posizioni della crescita delle alghe dopo la somministrazione di 50 $\mu g/l$ di Rame che nell'ACPR non risulta differenziata.

Anche per quanto riguarda i fiumi l'ACPR si mostra non adeguata alla situazione sperimentale: basti citare la differente posizione del Nure e del Taro (Fig. 3 e 4) nelle due distinte analisi. L'ACPR tende a collocare in posizione fattoriali anomale i suddetti fiumi.

Inoltre, da una valutazione globale dei risultati e tenuto conto della forte collinearità presente nei dati e dei differenti criteri che soggiaciono alle due metodologie, il PLS conferma ampiamente i risultati sperimentali, raggiunti dalla precedente analisi (Camusso et al., 1992), rispetto all'ACPR.

Conclusioni

La metodologia PLS nasce per scopi prevalentemente previsionali in presenza di un elevato numero di variabili esplicative fortemente correlate, ovvero quando la matrice $(X'X)^{-1}$ non esiste o nei casi di quasi singolarità od anche quando si rileva a posteriori una incoerenza nei segni dei regressori.

La coerenza dei risultati ottenuti con il PLS appare evidente se si confrontano i risultati di metodologie alternative, e questo è imputabile al criterio di co-inerzia utilizzato (1) (2) (4) basato sulla analisi della co-struttura di due matrici di dati.

Infine, la facile interpretazione geometrica e la possibilità di trattare missing data conferisce al metodo un ulteriore interessante alternativa per scopi predettivi.

Nota

L'introduzione, le conclusioni e l'applicazione sono stati redatti dai tre autori;

I paragrafi PLS1, ALTRI METODI E PLS e l'APPENDICE 2 sono stati redatti da P. Amenta;

I paragrafi PLS2, ACPR E PLS e le APPENDICI 1 e 3 sono stati redatti da S. Scippacercola.

BIBLIOGRAFIA

AMENTA P., S., SCIPPACERCOLA, 1994. *Regressione Criss-Cross*, III.a Riunione scientifica. Napoli: Dip. Matematica e Statistica, Università studi "Federico II".

CAMUSSO M., GAGGINO, G.F., MARCHETTI, R., PROVINI, A., G., TARTARI, 1992. Tossicità del rame in acque fluviali a diversa capacità complessante, *Acqua-Aria*, **1**: 31-37.

D'AMBRA L., N.C., LAURO, 1982. Analisi in componenti principali in rapporto ad un sottospazio di riferimento. *Rivista di Statistica Applicata*, **1**: 51-67.

HELLAND, I.S., 1988. On the structure of partial least squares regression. *Comm. Statist. B Simulation Comput.*, **17**: 581-607.

HELLAND, I.S., 1990. Partial Least Squares Regression and Statistical Model. *Scand. J. Statist.*, **17**: 97-114.

HOERL, A.E., R.W., KENNARD, 1970. Ridge Regression: Biased Estimation for Nonorthogonal Problems. *Technometrics*, **12**: 55-67.

HOSKULDSON, A., 1988. PLS Regression methods, *J. Chemometrics*, **2**: 211-220.

MARTENS, H., 1987. In HELLAND, I.S., 1990.

MASSEY, W.F., 1965. Principal Components Regression in Exploratory Statistical Research. *Journal of the American Stat. Ass.*, **83**: 1023-1037.

STONE, M., 1974. Cross-Validatory choice and assessment of statistical predictions (with discussion). *J.R. Statist. Soc. Series B*, **36**: 111-133; corrigendum, 1976, **38**: 102.

WEBSTER, J.T., GUNST, R.F., R.L., MASON, 1974. Latent Root Regresson Analysis, *Technometrics*, **16**: 513-522.

WOLD, H., 1966. Estimation of principal components and related models by iterative least squares. *Multivariate Analysis*, P.R. Krishnaiah (ed.), 391-420. New York: Ac. Press.

WOLD, H., 1975. Soft modelling by latent variables: Non linear Iterative Partial Least squares approach. In *Perspectives in Probability and Statistics: Papers in honour of Bartelett*, J. Gani (ed.), 117-142. London: Ac. Press..

Appendice 1

Gli algoritmi di Wold e di Helland

Definito con y = $\{y_1 \dots y_q\}$ un set di q variabili di risposta e con x = $\{x_1 \dots x_p\}$ un set di p variabili predittrici misurate su un set di n osservazioni $\{y_i, x_i\} = \{y_{1i} \dots y_{qi}, x_{1i} \dots x_{pi}\}$, per $i = 1, \dots, n$, l'algoritmo proposto da Wold (1966), che non rientra tra le procedure dei modelli lineari, produce una sequenza di modelli $\{\hat{y}_k\}$ ($k = 0, \dots, R$), ad ogni passo del ciclo. Il modello $\{\hat{y}_k\}$ che minimizza il criterio prosposto da Stone (1974) viene scelto come soluzione dell'algoritmo PLS. Ad ogni passo k si effettua una regressione parziale dei residui y_{k-1} rispetto ai residui x_{k-1} ottenuti al passo precedente. Per k = 0 i residui y e x vengono inizializzati con i rispettivi dati originali standardizzati. La regressione parziale consiste nel calcolare il vettore contenente le covarianze w_k per formare una combinazione lineare z_k dei residui x. I residui y vengono quindi regrediti su questa nuova combinazione lineare ed il risultato è aggiunto al modello e successivamente sottratto dai residui y per formare i nuovi residui y_k da utilizzare nei passi seguenti. Vengono calcolati allora i nuovi residui x_k sottraendo da x_{k-1} la sua proiezione su z_k. La condizione di arresto interromperà l'algoritmo dopo R cicli dove R è il rango della matrice dei prodotti scalari V.

Fin dalla sua prima formulazione diverse soluzioni algoritmiche, basate sulla stessa sequenza di modelli $\{\hat{y}_k\}$ ($k = 1, \dots, R$), sono state proposte in letteratura. In particolare è risultata piuttosto efficiente la soluzione proposta da Helland (1990) nella quale il K-esimo modello $\{\hat{y}_k\}$ viene ottenuto attraverso una regressione a minimi quadrati della variabile di risposta y sulle K combinazioni lineari.

Appendice 2

Principal component regression (Massey, 1965)

La Principal Component Regression (PCR) prende le mosse dalla decomposizione in valori singolari della matrice di varianza e covarianza delle variabili predittrici

$$V = \sum_{k=1}^{p} \lambda_k^2 \mathrm{v}_k \mathrm{v}_k'$$

dove λ_k^2 $(k = 1, ..., p)$ sono gli autovalori della matrice V ordinati in maniera non crescente e v_k $(k = 1, ..., p)$ i corrispondenti autovettori.

Indicato con R il numero di autovalori non nulli della matrice V, la tecnica proposta da Massey, produce una sequenza di modelli di regressione $\{\hat{y}_0 ... \hat{y}_R\}$ $(K = 1, ..., R)$

$$\hat{y}_k = \sum_{k=0}^{K} [(yX_0\mathrm{v}_k)/\lambda_k^2]X_0\mathrm{v}_k \tag{5}$$

ciascuno ottenuto regredendo y sulle variabili $\mathrm{z}_k = \mathrm{X}_0\mathrm{v}_k$, dove per K=0 si ha $\hat{y}_0 = 0$. La metodologia PCR ricerca il migliore modello predittivo $\hat{y}_K$ di rango ridotto con la tecnica dell'Ordinary Cross Validation (CV) (Stone, 1974),

$$\hat{K} = \min_{0 \le K \le R} \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_{k/i})^2$$

dove $\hat{y}_{k/i}$ è il k-esimo modello di regressione (5) ottenuto dai dati originali con la i-esima osservazione cancellata.

Appendice 3

Ridge regressione (Hoerl-Kennard, 1970)

L'obiettivo principale della Ridge Regressione (RR) è quello ottenere dei coefficienti stabili in presenza di multicollinearità. I coefficienti $a_j' = (a_{j1}, ..., a_{jp})$, per $j = 1, ..., q$, del modello lineare $y_j = X_0 a_j$ sono ottenuti con il metodo dei minimi quadrati vincolati, con vincolo proporzionale alla norma quadratica del vettore dei coefficienti a:

$$\hat{a}_\lambda = \min_a [\Sigma(y - X_0 a)^2 + \lambda a' a] = (V + \lambda I)^{-1} X' y$$

dove I è una matrice identità di ordine p.

La matrice di varianza e covarianza delle variabili predittrici V malcondizionata è allora stabilizzata aggiungendo a V un multiplo della matrice identità I, con un grado di stabilità regolato dal valore assunto dal parametro "ridge" $\lambda > 0$, quest'ultimo stimabile, per esempio, con la tecnica dell'Ordinary Cross Validation. Un valore $\lambda = \infty$ si ha nel caso di un modello $\hat{y} = 0$ mentre $\lambda = 0$ porta ad una stima a minimi quadrati ordinaria malcondizionata.

Ringraziamenti. Si ringrazia il Dott. E. Cafaro per le elaborazioni con il programma ADE (Mac). Il presente lavoro è stato realizzato con il parziale contributo del C.N.R. "Metodi non parametrici per l'Analisi Multidimensionale dei Dati" (n. 9103934CT10) (resp. Prof. L. D'Ambra)

Esempi di applicazione del metodo sismico a riflessione per indagini superficiali in alcune aree campioni dell'Appennino Campano-Lucano

Pier Paolo G. Bruno
Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia - Università degli Studi Federico II, Napoli, Italy

Key words: seismics, reflection, prospections

Abstract. In this paper two examples of the seismic reflection method applied to shallow surveys are discussed, with particular attention to hydro-geological studies. The potential of this method, used in the past only for deep investigation, is influenced not only by the geological and environmental boundary conditions, but also by the available instrumentation and by the way the data are collected in the field. Obtaining good data is not easy, the computer processing cannot transform bad in good data, but is often critic for enhancing the signal of interest at the expenses of other events, mainly ground roll and air wave that often arrive at the geophones at the same time of the shallow reflections. The velocity filtering works nicely in most of those cases, but sometimes introduces unwanted artificial events in the seismogram. In both sites the overburden/bedrock reflection has been identified and in one case the water table together with the geometrical relationship among the shallow geological layers have been recognised. Unfortunately, the signal to noise ratio decreases rapidly for greater times, due mainly to the kind of profiling chosen. In order to utilise this method at the best of its possibilities, redundancy in seismic data is required and the *Common Depth Point* technique should be applied.

Riassunto. In questo lavoro sono presentati due esempi di applicazione del metodo sismico a riflessione per indagini superficiali, precisamente per applicazioni a studi idrogeologici di dettaglio su acquiferi alluvionali. Le potenzialità di tale metodologia, utilizzata in passato esclusivamente per indagini profonde, sono influenzate, oltre che dalle condizioni geologiche ed ambientali, dalla strumentazione utilizzata e dal modo in cui i dati sono acquisiti in campagna. Ottenere dei buoni dati è impresa particolarmente difficile; la loro successiva elaborazione numerica, che risulta sterile se questi sono di cattiva qualità, è un gradino fondamentale per evidenziare enormemente il segnale sismico a scapito del disturbo, costituito anche da onde superficiali e sonore che spesso arrivano ai geofoni nello stesso momento delle riflessioni superficiali. I filtri di velocità si rivelano partico-

---

Received 9.11.94, accepted 27.2.96

larmente adatti in tale situazione, ma a volte introducono degli eventi artificiali sul sismogramma.

In definitiva è stato possibile individuare e seguire l'andamento del substrato roccioso in entrambi i siti investigati e, in un caso, avere delle indicazioni sulla posizione della piezometrica e sui rapporti geometrici dei litotipi superficiali. Purtroppo il rapporto segnale/rumore decresce velocemente all'aumentare del tempo sul sismogramma e quindi non è stato possibile avere delle buone informazioni sui riflettori più profondi. In tal caso occorre che il dato sismico sia ridondante; è perciò fortemente consigliato utilizzare la tecnica *Common Depth Point* (CDP).

Introduzione

Questo lavoro riassume parte dei risultati di una serie di sondaggi effettuati a partire da settembre 1993, nell'Appennino Campano-Lucano, per uno studio di carattere metodologico sulle reali possibilità di acquisire dei buoni dati di sismica a riflessione con i limiti imposti dall'equipaggiamento attualmente a disposizione del gruppo di ricerca coordinato dal Prof. Antonio Rapolla, del quale l'autore fa parte. I due studi presentati sono stati eseguiti a S. Mango Piemonte (SA) e a S. Andrea di Solofra (AV) entrambi nel foglio geologico n. 185 "Salerno". In ambedue i casi il substrato roccioso è sottoposto a qualche decina di metri di terreno di copertura di tipo argilloso o alluvionale. Lo scopo era quello di valutare la risoluzione del metodo sismico a riflessione per la definizione del substrato e di eventuali discontinuità all'interno dello stesso (ad es. faglie) che possono fungere da vie preferenziali di drenaggio di fluidi inquinanti provenienti dalla superficie. In particolare, per S. Andrea di Solofra, a causa dell'alto tasso di inquinamento chimico, dovuto alla presenza sul territorio di un elevato numero di impianti per la concia della pelle, tale metodo di indagine potrebbe in futuro rivelarsi prezioso per valutare in dettaglio la vulnerabilità degli acquiferi locali all'inquinamento. La strumentazione utilizzata per le indagini è così composta:

– sismografo ES-1225 della EG&G GEOMETRICS. Tale strumento ha risposta in frequenza tra 3 e 1000 Hz. Dispone inoltre di filtri passa alto, notch e sistema di compensazione automatica del guadagno (AGC) tutti impostabili dall'utente. Si tratta di uno strumento con escursione dinamica limitata e con un convertitore analogico/digitale (A/D) ad 8 bit. La sua sensibilità minima è quindi 1/512 del voltaggio massimo in entrata.

Ciò costituisce un limite notevole per l'individuazione di riflessioni profonde, poiché tale sensibilità sovente non è abbastanza alta per "vedere" delle riflessioni che possono anche avere un'ampiezza piccolissima (rispetto ad esempio all'ampiezza delle onde superficiali), a meno di non sommare un numero di tracce molto elevato ad ogni punto di registrazione sul terreno (Steeples, D.W. e Miller R.D, 1991).

– 12 geofoni verticali della Mark con frequenza propria di 100 Hz., opportunamente smorzati del 60 %.

– Sistema di energizzazione costituito dalla sorgente Minibang® che utilizza cartucce calibro 8. Tale sorgente consente una notevole ripetitività nella forma d'onda del segnale, ed energizzazioni di una certa potenza (ad ogni scoppio il sistema libera circa 9000 Joule di energia, corrispondenti grosso modo alla caduta di una massa di 300 Kg da tre metri di altezza).

– Computer portatile con processore 80386 e coprocessore matematico, utilizzato per l'acquisizione e la registrazione in campagna del segnale in formato digitale, e per una prima elaborazione dei dati.

Poiché il sismografo è dotato di escursione dinamica alquanto limitata, si è reso necessario utilizzare geofoni ad alta frequenza ed applicare un filtraggio analogico passa alto del segnale in entrata al sistema di digitalizzazione (*preemphasis filter*, Sheriff e Geldart, 1995). Si è così riusciti a compensare in parte le caratteristiche della terra la quale si comporta come un filtro passa basso. Per snellire le operazioni di acquisizione dei dati in campagna, già appesantite dal limitato numero di canali a disposizione e dalla scelta di distanze intergeofoniche molto piccole, si è dovuto utilizzare per tutti i profili la *copertura semplice*. In altre parole la tecnica del sommare più tracce ad ogni locazione CDP per aumentare il rapporto segnale/rumore non è stata utilizzata. I dati sono stati successivamente elaborati su un microcomputer IBM compatibile.

S. Mango Piemonte

Aspetti geologici del sito. Questo comune è localizzato ad una decina di chilometri a nord-est di Salerno, alle pendici del Monte Tobenna, dove affiora una successione carbonatica costituita essenzialmente da alternanze di calcari dolomitici e calcari detritici e microcristallini, di colore grigiastro e di età albiana. Tali calcari sono in continuità stratigrafica con dei calcari detritici di colore grigio bianco o avana, con livelli biostromali

a rudiste e gasteropodi del Cenomaniano-Senoniano. In un pozzo per irrigazione situato circa una ventina di metri a monte del profilo, i calcari cretacici si ritrovano in contatto tettonico al disotto di pochi metri (circa 20) di argille e marne siltose di vari colori appartenenti alle formazioni mioceniche di copertura che affiorano generalmente con varie giaciture.

Acquisizione dei dati e metodologie. In questo sito, i dati sono stati raccolti, tra l'inverno del 1993 e la primavera del 1994. Il *test del rumore sismico*, (meglio conosciuto in letteratura come *walkaway noise test* – Miller R.D. *et al.*, 1989) con spaziatura tra le tracce di 1 m) è mostrato in figura 1. Come è noto (Sheriff F.E e Geldart L.P, 1995; Hunter J.A. *et al.*,

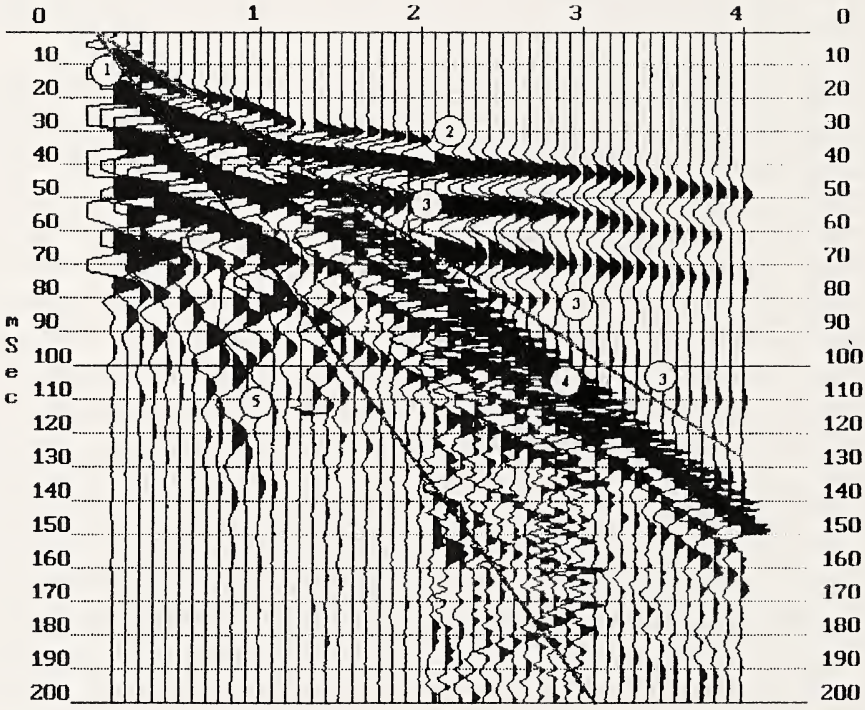


Figura 1 – Test del rumore sismico eseguito a S. Mango Piemonte (SA). La spaziatura dei geofoni è di 1 m. Si possono riconoscere i seguenti eventi: (1) onda diretta; (2) onde rifratte; (3) onde riflesse; (4) onde sonore; (5) onde superficiali. I due segmenti disegnati in figura indicano la pendenza minima e massima del ventaglio di rigetto usato per il successivo filtraggio FK.

1984; Ylmaz O. – 1987), tale test è essenziale per la scelta dei parametri di acquisizione in campagna (essenzialmente la distanza intergeofonica

ΔG, l'intervallo di campionamento temporale Δt e la distanza sorgente-primo geofono, di seguito indicata come *offset*). Su tale sismogramma si possono riconoscere più eventi: il fronte d'onda diretto (1) e i fronti d'onda rifratti (2), alcune riflessioni (3), l'arrivo del fronte d'onda sonoro o *air wave* (4), che oblitera completamente qualsiasi altro segnale un una zona larga almeno 40 ms, e le onde superficiali (5). Sulle tracce da n. 25 a n. 36 è anche possibile notare, tra i 170 ed i 200 ms l'eco dell'onda sonora caratterizzato dall'inversione di pendenza.

Un semplice metodo per valutare se un evento (es. evento 3 più superficiale) è una rifrazione o una riflessione, consiste nelle seguenti operazioni: primo, assumere che l'evento (3) sia una rifrazione; secondo, calcolare velocità e distanza critica (Xc) per tale evento; terzo, controllare se Xc è rispettata.

Nella fattispecie, considerando l'evento in questione come una rifrazione, la distanza critica che le compete è: Xc=18 m. In Fig. 1, considerando che la spaziatura tra le tracce è pari ad 1 m, si può notare che esso è presente già prima di tale distanza. La somiglianza con la rifrazione immediatamente precedente è dovuta al fatto che in un intervallo di tempo così ristretto si verifica sicuramente un'interferenza dell'energia rifratta con quella riflessa.

Per le successive registrazioni dei dati si è quindi deciso di mantenere una spaziatura tra i geofoni di 1 metro per evitare fenomeni di *aliasing* spaziale del segnale (Knapp e Steeples, 1986). Per offset si è invece scelto un valore di 30 m in modo che la riflessione di interesse risulti sul sismogramma, ben separata dal disturbo costituito essenzialmente da onde sonore e onde superficiali (*Optimum Offset Window*, Hunter *et al.* – 1984).

Elaborazione dei dati e metodologie. Nell'elaborare i dati, per prima cosa si è cercato di eliminare, o quantomeno ridurre, l'energia associata al fronte d'onda sonoro, usando un *filtro FK* Come è noto tale tipo filtro è conosciuto in letteratura come filtro di velocità (Yilmaz, 1987). Il principio consiste nel trasferire i dati dal dominio spazio-tempo (x,t) a quello frequenza-numero d'onda (f,k). Eventi che hanno differenti velocità e quindi differenti pendenze nel piano (x,t) possono essere separati nel piano (f,k) in funzione di queste pendenze. Questo consente di eliminare dai dati alcuni tipi di energia indesiderata, in particolare, quella associata a rumore coerente di tipo lineare. L'operazione di filtraggio viene effettuata definendo un *ventaglio* nel piano (x,t). Tale ventaglio è delimitato da due segmenti a coefficiente angolare diverso. I dati che cadono all'interno

(oppure all'esterno) dell'area del ventaglio, sono impostati a zero dal filtro nel dominio (f,k), il che equivale, ritornando nel dominio (x,t), ad eliminare gli eventi la cui pendenza è compresa tra i due segmenti del ventaglio (figura 2).

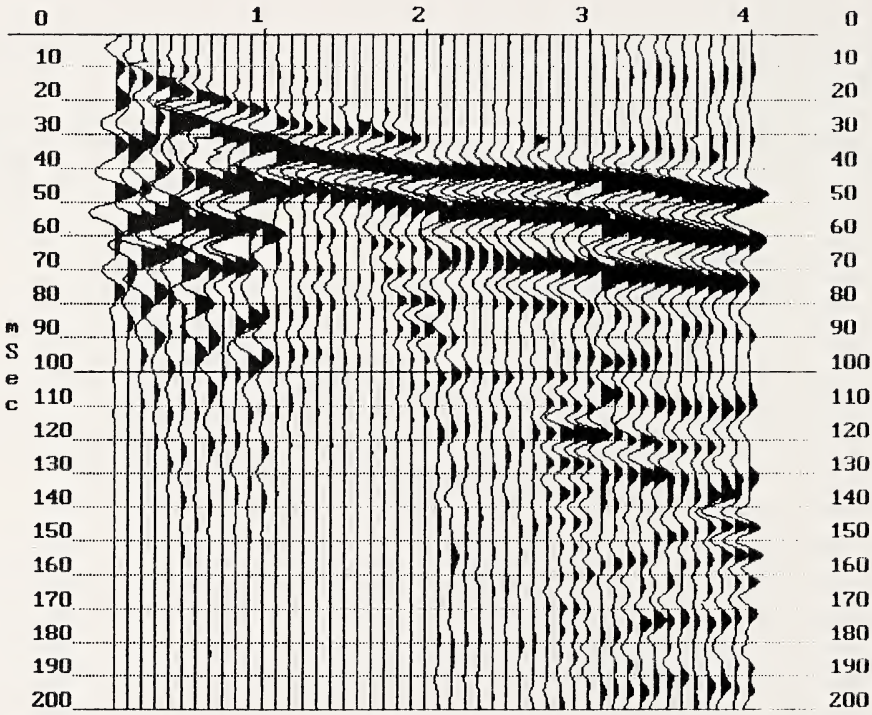


FIGURA 2 – Stesse tracce di figura 1 dopo l'applicazione del filtro FK con i seguenti parametri: pendenza minima, 1.75 ms; pendenza massima, 5 ms.

Gli spettri di ampiezza relativi ai dati prima e dopo l'applicazione del filtro FK sono mostrati in Figura 3. Nel secondo caso, tutte le frequenze superiori ai 150 Hz sono state tagliate dal filtro. Per mostrare che in tali frequenze non vi è dell'energia riflessa si è quindi eseguito un filtraggio passa-banda digitale sui dati di campagna. In figura 4.a è mostrato il segnale contenuto nella banda 600-2000 Hz, mentre in 4.b vi è la banda 200-600 Hz. Come si può notare, tutta l'energia trasportata da queste frequenze è relativa al fronte d'onda sonoro e a disturbo strumentale (particolarmente evidente in Fig. 4.a).

Pertanto i risultati di cui alla figura 2 possono considerarsi soddisfacenti; Il filtraggio FK ha eliminato completamente l'onda sonora, ed in

parte le onde superficiali. A tal punto ci si potrebbe chiedere quale sarebbe stato l'esito, usando un normale filtro passa-banda per eliminare le frequenze superiori ai 150 Hz invece del filtro FK che è molto più lento

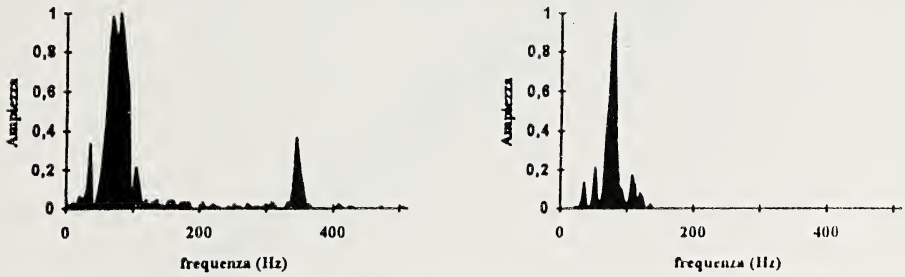


FIGURA 3 – Spettri di ampiezza lineari e normalizzati a 1, calcolati rispettivamente (a) prima, e (b) dopo l'applicazione del filtro FK.

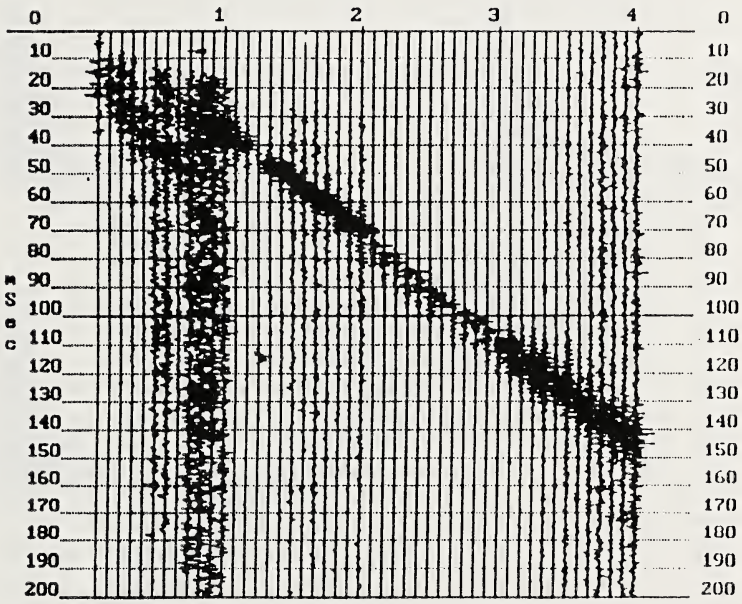


FIGURA 4.a – Walkaway noise test dopo l'applicazione di un filtro passa-banda 600-2000 Hz.

(richiede almeno cinque volte il tempo impiegato dal calcolatore per eseguire un filtraggio passa-banda). L'effetto, come si può notare in figura 5, è scadente, poiché non si riesce ad eliminare dal sismogramma il fronte

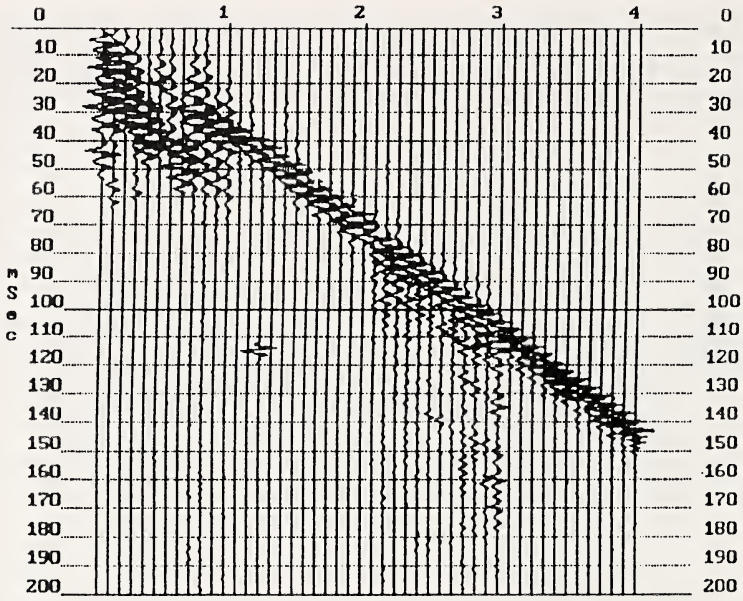


FIGURA 4.b – Walkway noise test dopo l'applicazione di un filtro passa-banda 200-600 Hz.

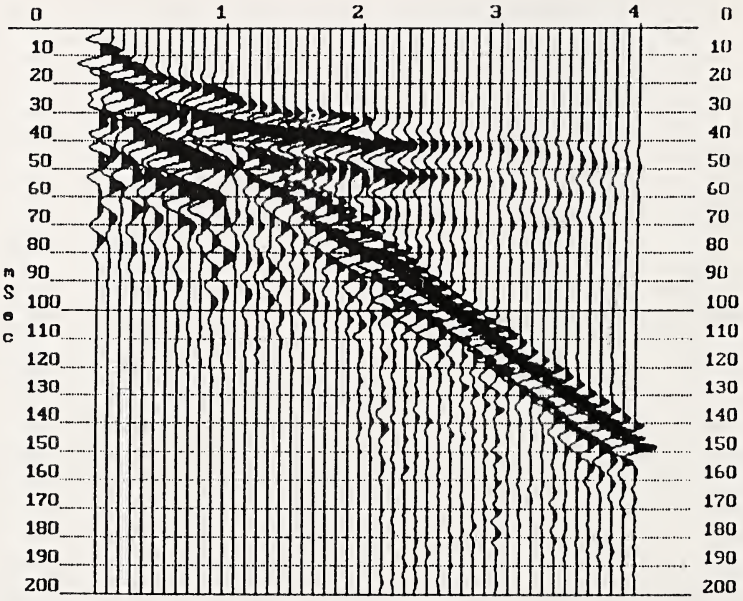


FIGURA 5 – Walkway noise test dopo l'applicazione di un filtro passa-banda 100-200 Hz (per la spiegazione rifer testo).

d'onda sonoro. Da quanto detto finora si possono quindi trarre due conclusioni: la prima è che, nel caso specifico, il filtro FK è molto efficace nel rimuovere l'onda sonora sul sismogramma, poiché riesce ad eliminare anche l'energia associata a tale evento che viaggia con le stesse frequenze del segnale di interesse, grazie al fatto che nel piano (f,k) tali eventi hanno pendenze notevolmente diverse; la seconda conclusione indica che l'accoppiamento energia liberata dalla sorgente –posizionamento dei geofoni in campagna è stato tale da non riuscire a registrare riflessioni con frequenza maggiore di 200 Hz.

Successivamente, è stato tentato un filtraggio passa-banda digitale per attenuare maggiormente l'energia legata alle onde superficiali, non completamente eliminata dal filtro FK. In figura 6 vi sono gli spettri di ampiezza, normalizzati, di porzioni diverse del test del rumore sismico di figura 2. In particolare, in Fig. 6.a si è calcolato lo spettro delle prime 12

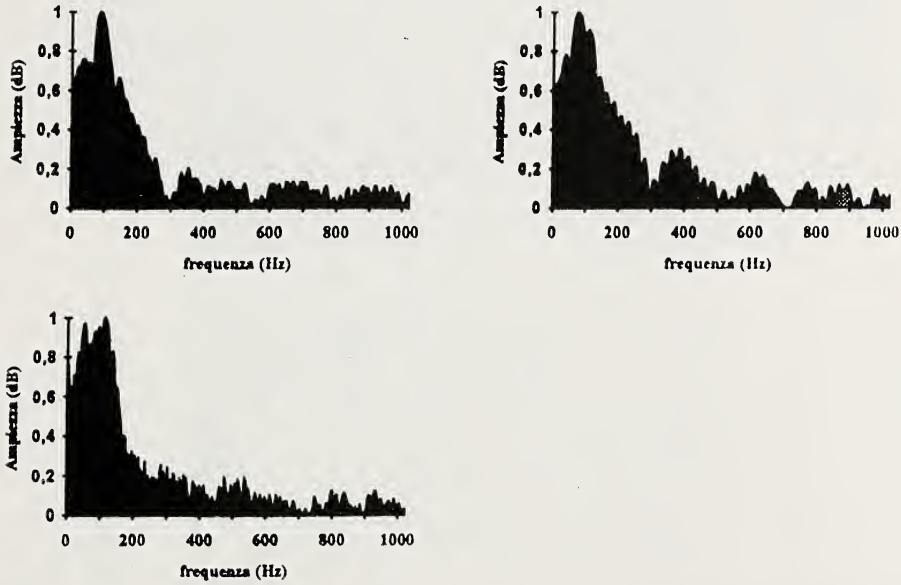


FIGURA 6 – Nei tre grafici precedenti sono riportati gli spettri di ampiezza normalizzati (in dB), calcolati in porzioni differenti del sismogramma di Fig. 2+ rispettivamente nelle seguenti finestre: (a) prime 12 tracce tra i 40 ed i 90 ms; (b) tracce da 25 a 36 tra 40 e 90 ms ed infine (c) tracce da 25 a 48 tra i 100 e 200 ms.

tracce del sismogramma in Fig. 2, tra i 50 e 90 ms. In tale finestra predomina l'energia associata alle onde superficiali. Si può osservare il massimo dello spettro ad ascissa uguale ad 80 Hz, ed un picco minore

intorno ai 140 Hz; quest'ultimo interpretato come possibile segnale utile. In figura 6.b lo spettro, calcolato in una posizione differente, presenta il suo massimo ancora ad 80 Hz; viceversa in Fig. 6.c tale spettro, calcolato stavolta in una zona dove predomina il segnale sismico, mostra sempre un picco ad 80 Hz, ma il massimo stavolta si ottiene intorno ai 130 Hz. Se tali interpretazioni, sono corrette, per limitare le onde superficiali occorrerebbe tagliare le frequenze al disotto dei 90-100 Hz. Si è cercato quindi di disegnare un filtro di tipo trapezoidale che fungesse allo scopo. Si è ottenuto il risultato migliore con i seguenti valori di taglio: 40-120-200-300 Hz. Tale filtro elimina in buona parte le onde di superficie ed il disturbo strumentale ad alta frequenza , ma aggiunge sgradevoli oscillazioni artificiali al segnale, create dal filtro stesso, particolarmente evidenti sulle ultime tracce di figura 7, tra i 90 ed i 200 ms.

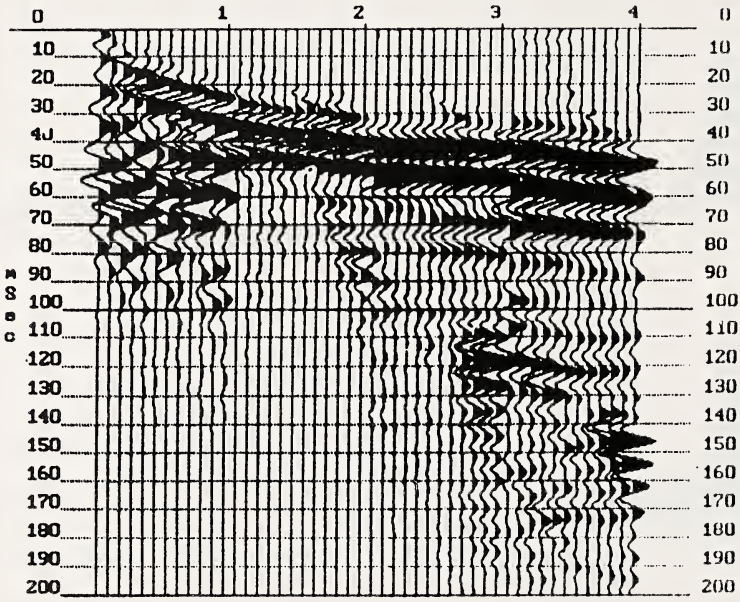


FIGURA 7 – Walkway noise test di Fig. 2 dopo l'applicazione di un filktro passa-banda 40-120-200-300 Hz.

Altri risultati ottenuti con filtri a pendenze maggiori o minori o operanti su frequenze diverse, per una ragione o per un altra, sono ancora meno soddisfacenti. I parametri di elaborazione fin quì descritti, tranne

quindi il filtraggio passa-banda, sono stati usati sul profilo mostrato in figura 8.

RISULTATI E DISCUSSIONE. Il profilo mostrato in figura 8 copre 204 metri. L'evento più evidente si verifica intorno ai 30 ms per le prime tracce. Questo è interpretato come la riflessione all'interfaccia tra le argille superficiali ed i sottostanti calcari cretacei. Essa presenta un andamento alquanto regolare ed ha forma a "V" molto svasata con massimo approfondimento al disotto dei punti n. 8 e 9.

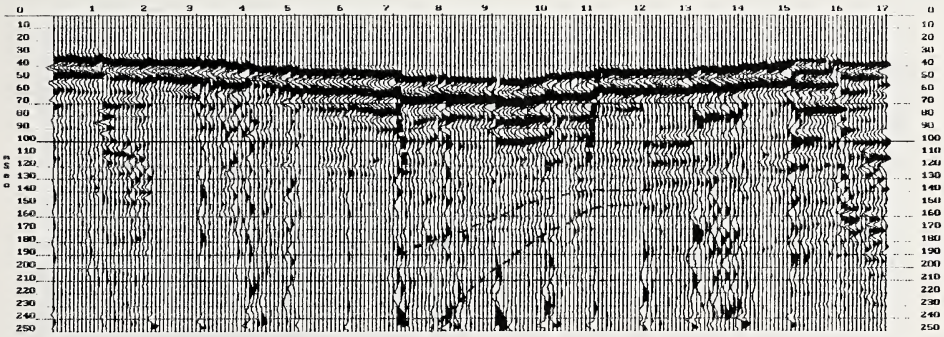


FIGURA 8 – Sezione finale ottenuta a S. Mango.

Non vi è evidenza di faglie superficiali tranne forse due con rigetto molto piccolo in corrispondenza del punto n. 7 e n. 11, per quanto tali *salti* potrebbero anche essere causati da problemi statici legati ad errori sulla segnalazione del tempo zero, errori dovuti all'uso di un geofono starter per tale scopo. Difatti ciò può causare differenze nel tempo zero dell'ordine di 2, 3 ms. Un metodo utile per tentare di correggere tale problema consiste nel misurare l'arrivo del fronte d'onda sonoro su registrazioni successive, avendo cura di confrontare le tracce registrate con offset uguali. Questo è un metodo estremamente efficace a patto che le condizioni meteorologiche non cambino durante l'arco della registrazione, cosa che purtroppo èavvenuta nel caso in questione.

La profondità media del substrato roccioso, è stata calcolata con la sola velocità di NMO, per mancanza di perforazioni di calibrazione sul profilo sismico. Il valore trovato è circa 30 m, sebbene occorre tenere presente che tale valore può essere affetto da errore che, nelle migliori condizioni, ha un ordine di grandezza di almeno il 10% della misura.

Altre riflessioni, alquanto più discontinue, sono verosimilmente presenti nelle parti più basse della sezione, ma con un rapporto segnale/rumore molto peggiore, a causa della copertura singola del profilo ed ai limiti del convertitore A/D del sismografo. Nonostante questa limitazione, alla traccia n. 7 si può comunque notare un evento in contropendenza tra i 190 e 170 ms. Questi è evidente anche nei record successivi, dal n. 8 al n. 12, a tempi progressivamente minori. Al disotto di tale evento, si ne può notare un altro, di forma simile ma con iperbole molto più stretta. Tali fenomeni potrebbero essere dell'energia diffratta da una faglia profonda o da discontinuità locali nel calcare, quali zone a diverso grado di compattazione o cavità.

Negli ultimi due record si può infine notare una variazione nella frequenza dell'impulso rifratto a 40 ms (tre picchi invece di due), ciò è causato da un cambiamento della forma d'onda della sorgente legato a probabili variazioni litologiche.

S. Andrea di Solofra

Aspetti geologici del sito. Sant'Andrea di Solofra è situato a circa due km ad ovest di Solofra, un centro industriale dell'avellinese, a circa 15 a sud del capoluogo di provincia. Il paese giace alle falde di *Monte la Pergola*, dove affiorano gli stessi litotipi carbonatici di Monte Tobenna.

Le misure sono state effettuate alle pendici di tale monte, su del detrito di falda, sciolto o debolmente cementato frammisto a materiale piroclastico. Tali sedimenti sono interdigitati a sedimenti più propriamente fluviali deposti dal torrente Solofrana che si origina in questi luoghi. Questo corso d'acqua è tristemente noto poichè viene utilizzato da parte dei numerosissimi impianti presenti nell'area, come recapito per lo scarico indiscriminato di fluidi estremamente tossici provenienti dalle varie fasi di lavorazione della pelle; ne risulta un inquinamento delle falde acquifere locali e dei corsi d'acqua in cui il torrente confluisce, fra i quali il Sarno.

Secondo il foglio geologico n. 185, al disotto dei depositi detritici e fluviali, che affiorano nell'area di indagine, si trovano rispettivamente: (a) argille palustri, lapilli rimaneggiati della piana di Castellammare-Paestum e depositi limno-palustri della piana di Dragoni di età olocenica; (b) arenarie quarzoso-micacee con intercalazioni marnose, di età miocenica; (c) calcari cretacei.

Acquisizione dei dati e metodologie. A causa del maggior dettaglio richiesto, il test del rumore sismico (Fig. 9) è stato registrato con spaziatura tra i geofoni di 0.5 m. Tale test mostra una riflessione superficiale (ben evidente sulle prime otto tracce tra i 25 ed i 32 ms). a bassa velocità (V_{NMO}=180 m/s, To=23 ms, Z=2 m) che probabilmente corrisponde all'interfaccia tra il materiale superficiale alterato (suolo) ed i più competenti litotipi fluviali sottostanti. In un sismogramma, una riflessione così superficiale è fatto alquanto raro. Ciò è probabilmente dovuto alla presenza di un forte contrasto nell'impedenza acustica dei due materiali. L'obiettivo del sondaggio è ovviamente più profondo e per tale motivo è stato scelto per il profilo un offset di 6.5 m.

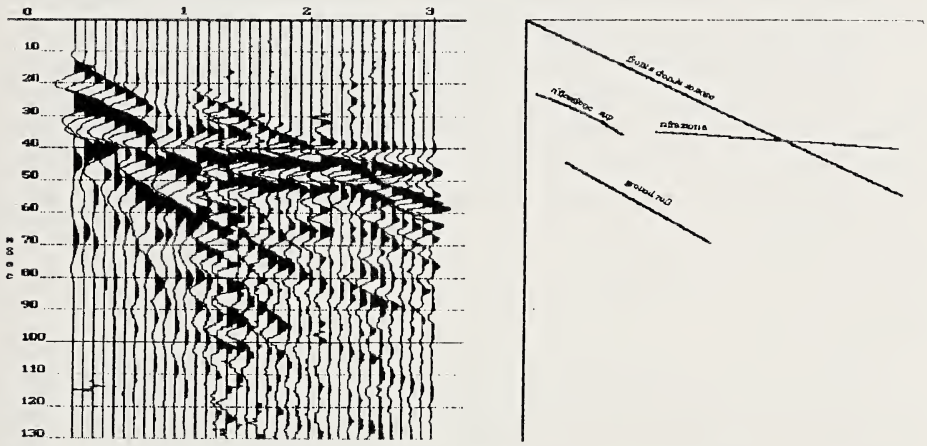


Figura 9 – Walkaway noise test eseguito a S. Andrea di Solofra (AV), con evidenziati a fianco gli eventi riconoscibili sul sismogramma.

Elaborazione dei dati e metodologie. I dati del profilo sono mostrati senza alcuna elaborazione in figura 10. Si può osservare come con l'offset scelto, a causa della bassa velocità sismica dei litotipi superficiali, il primo arrivo sul sismogramma corrisponde al fronte d'onda sonoro (Vp$\approx$330 m/s). E però evidente, soprattutto sulle registrazioni n. 1, 3 e 5, un evento molto più piatto che arriva un po' dopo i 40 ms. Tale evento è forse la riflessione dalla superficie piezometrica, che, in un pozzo vicino al sito è stata misurata ad una profondità di circa 10 m. Difatti, l'iperbole che meglio approssima tale evento risulta avere una velocità di 530 m/s e To=40 ms, il che corrisponde alla profondità della falda. D'altra parte, se

si considera quest'evento come una rifrazione, la distanza critica per esso (con V_1=440 m/s, V_2=1400 m/s e To=35 ms) risulta essere 5.2 m, vale a dire che Xc è minore dell'offset (6.5 m). Non si può quindi escludere completamente che tale fenomeno possa essere la rifrazione dalla superficie piezometrica; ma ciò non impedisce di elaborare comunque i dati poiché essi sono, in entrambi i casi, fonte di interessanti informazioni. Bisogna tenere presente, che nel caso tale evento sia effettivamente una rifrazione, l'errore di posizionamento di quest'ultimo sulla sezione può essere maggiore.

Il primo gradino dell'elaborazione dei dati è stata la correzione statica, anche qui necessaria a causa dell'utilizzo in campagna di un geofono come segnalatore del tempo zero. Nessun altro tipo di correzione statica è risultato necessario, data la limitata estensione del profilo e l'andamento alquanto regolare della topografia nella zona.

Successivamente, ai dati è stato applicato il filtraggio FK per eliminare in primo luogo il fronte d'onda sonoro e anche gli eventi a pendenza negativa (probabilmente aliasing spaziale delle onde di superficie o diffrazioni causate da massi sepolti). Si può notare (Fig. 11.b) come il risultato sia migliorato rispetto alla situazione di Fig. 10, anche se il filtro in alcuni casi ha introdotto del disturbo non presente precedentemente (confronta la registrazione 2, di Fig. 10 e Fig. 11.a). L'eliminazione dell'onda sonora ha reso l'evento descritto in precedenza ora chiaramente visibile su tutte le registrazioni.

Sono inoltre visibili altri arrivi (es. registrazioni n. 3, 4, 5, 6) a profondità maggiori. I dati sono poi stati sottoposti a *muting* (o azzeramento del segnale) in media tra 0 e 38 ms, per eliminare i primi arrivi e il fronte d'onda rifratto dalla sezione, e successivamente corretti per l'errore di *normal move out* (Steeples, D.W., Miller R.D., 1991) usando una velocità di 530 m/s. Non si è ritenuto necessario utilizzare un filtro passa-banda digitale, poiché la presenza di onde superficiali è effettivamente limitata.

Risultati e discussione. La sezione finale è mostrata in figura 12. Il primo evento, visibile a circa 40 ms, rappresenta la riflessione/rifrazione dalla superficie piezometrica di cui si è discusso precedentemente. L'evento sul sismogramma ha andamento alquanto regolare, eccetto che per un'interruzione nell'intorno del punto 136. Molto interessanti sono gli eventi successivi (evidenziati con delle linee sulla sezione di Fig. 12 per facilitarne la lettura). Tali riflettori hanno una pendenza verso valle (a destra, nella sezione di Fig. 12) di circa 6°, in discordanza quindi con il

primo riflettore. Questi riflettori sono stati interpretati come i depositi lacustri a cui si è accennato precedentemente.

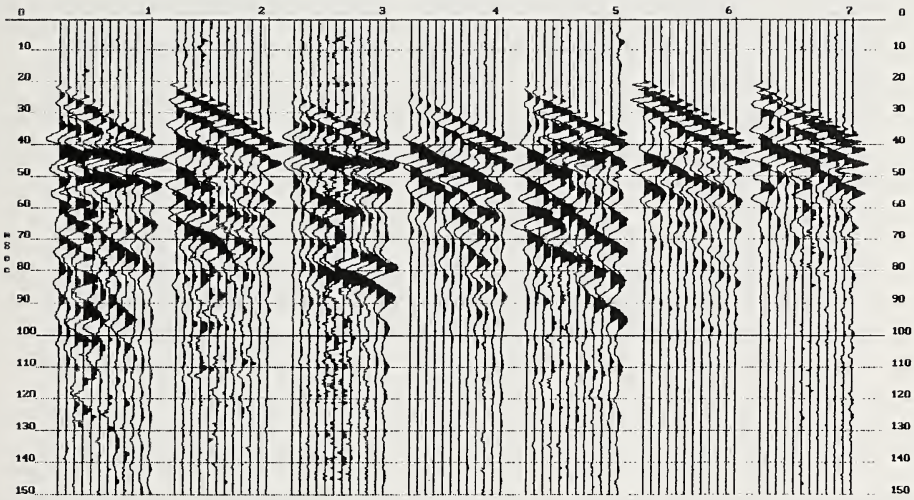


FIGURA 10 – Record ottenuti in campagna. I parametri di registrazione sono: offset=6.5 m; DG=0.5 m.

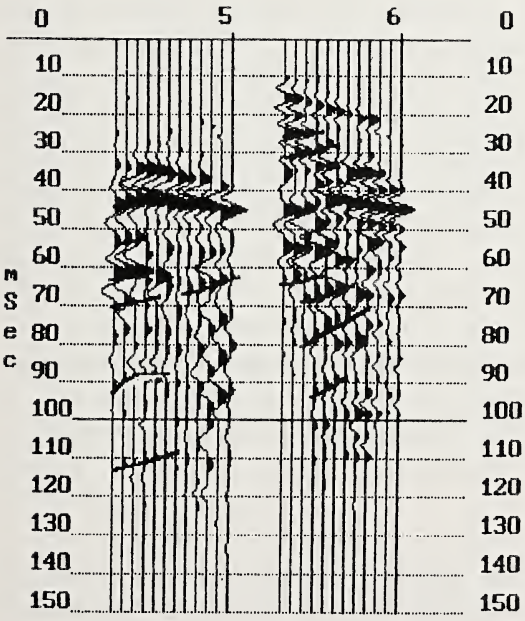


FIGURA 11.a – Sono evidenziati alcuni eventi a pendenza negativa, probabilmente causati da: (a) aliasing spaziale del ground roll; (b) masse anomale (diffrazioni).

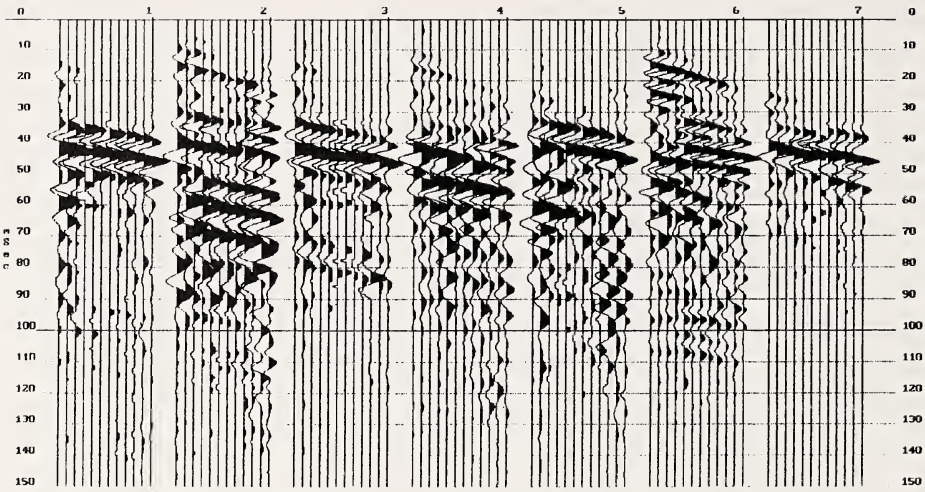


FIGURA 11.b – Record di campagna dopo l'applicazione del filtro FK. Confrontando tale figura con la Fig. 10 si può apprezzare l'eliminazione quasi completa del fronte d'onda sonoro che costituisce il primo arrivo sui record senza filtraggio e che maschera parte del segnale. Si noti inoltre che tale filtro ha introdotto (specialmente nei record n. 2 e n. 6) del disturbo viceversa non presente prima.

Una possibile interpretazione geologica della sezione sismica è rappresentata in figura 13. I depositi lacustri con inclinazione di 6° verso valle sono stati successivamente erosi dal torrente Solofrana. Su questa superficie di erosione si sono poi deposti, in discordanza stratigrafica, pochi metri di sedimenti detritici e fluviali a permeabilità maggiore, la cui parte superficiale è stata trasformata in suolo. A causa della differenza di permeabilità, all'interfaccia tra questo strato superficiale ed i sottostanti litotipi lacustri, a componente argillosa maggiore, si è impostata la falda acquifera superficiale della quale abbiamo evidenza nel profilo di Fig. 12, intorno ai 40 ms. Il risultato ottenuto è quindi notevole se si pensa alle limitazioni imposte dal sismografo e dalla registrazione a copertura semplice.

CONCLUSIONI

In entrambi i siti presi in esame si sono ottenuti dei risultati interessanti. Nel primo caso (S. Mango) è stato possibile individuare l'interfaccia

tra le argille sature affioranti ed i calcari sottostanti e delineare la morfologia del contatto per circa 200 metri. A S. Andrea di Solofra è stata invece identificata la superficie piezometrica della falda ed inoltre sono stati determinati i rapporti geometrici dei litotipi più superficiali.

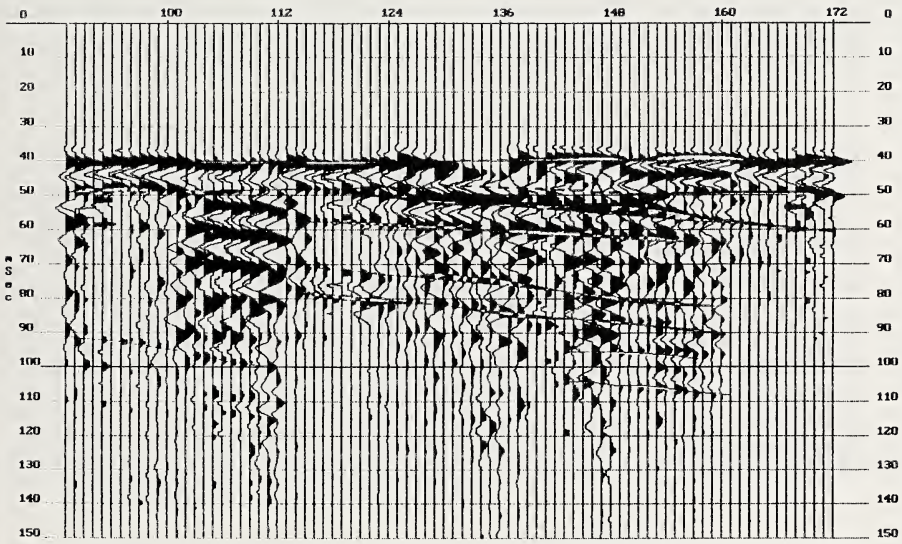


FIGURA 12 – Sezione finale ottenuta a S. Andrea di Solofra (AV). Utilizzando la V_{NMO}, sono stati calcolati, per gli eventi evidenziati, le seguenti profondità (riferite all'estrema destra della sezione): riflessione dalla piezometrica (primo evento evidenziato) $\approx$ 10 m; primo evento a pendenza vs. destra $\approx$ 16 m; secondo evento pendente $\approx$ 21 m. Occorre tenere presente che le profondità calcolate in questo modo hanno un valore puramente indicativo, in quanto affette da errore che (nelle condizioni migliori), ha un ordine di grandezza almeno di $\pm$ 20% della misura. La pendenza degli orizzonti in discordanza è di circa 6° verso valle (alla destra della sezione).

Il rapporto segnale/rumore decresce notevolmente per tempi più lunghi soprattutto nel caso di S. Mango, e ciò è in parte dovuto alla mancata utilizzazione della tecnica CDP durante la registrazione del profilo ma anche all'assenza di forti contrasti di impedenza sismica all'interno della serie carbonatica.

Le potenzialità del metodo sismico a riflessione per questo tipo di indagini sono state quindi ampiamente dimostrate. I vantaggi, rispetto al tradizionale metodo sismico a rifrazione sono:

– L'energia sismica è riflessa in superficie da qualsiasi interfaccia attraverso la quale esista un contrasto di velocità sismica. Le tecniche di riflessione non necessitano quindi una velocità crescente con la profondità.

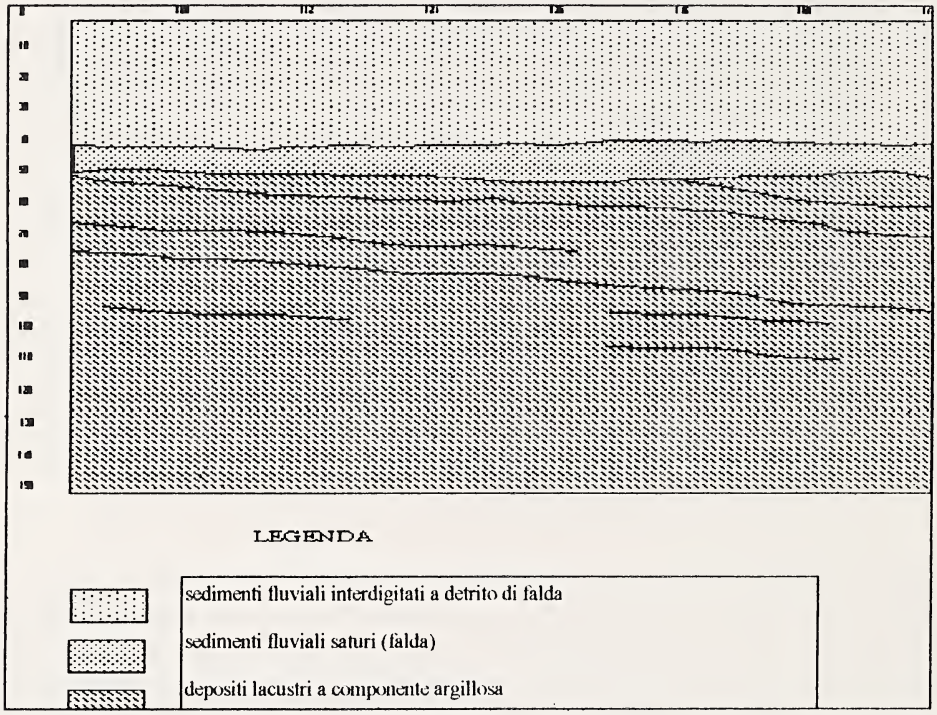


FIGURA 13 – Modello geologico per la sezione sismostratigrafica di Fig. 12.

– La sismica a riflessione richiede, per evidenziare una data discontinuità, sorgenti più piccole e stendimenti più corti, poiché il percorso dei raggi è prevalentemente verticale.

– Tale metodo può potenzialmente risolvere caratteristiche deposizionali e strutturali, entrambe di difficile definizione mediante la sismica a rifrazione.

Vi sono ovviamente delle situazioni che limitano fortemente l'utilizzo di tale tecnica. Esistono delle aree dove, a causa delle caratteristiche geologiche ed ambientali, non è possibile ottenere dei dati di buona

qualità. Ogni zona ha le proprie caratteristiche, e ciò che sembra funzionare bene in alcune circostanze, può non funzionare affatto in altre. La strumentazione per l'acquisizione dei dati sismici ha delle capacità finite, e la consapevolezza di queste limitazioni è cruciale. Ogni aspetto dell'acquisizione che riduce la risoluzione del segnale al disotto di tali capacità risulta in una perdita permanente di informazioni e quindi in una riduzione della qualità del dato (Steeples e Miller, 1991). Il computer, può in seguito evidenziare enormemente il segnale, ma non può migliorare dati di cattiva qualità.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato effettuato nell'ambito di un programma (acquisizione, elaborazione ed interpretazione di dati di sismica a riflessione per indagini superficiali) del gruppo di ricerca del Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia dell'Università di Napoli "Federico II", coordinato dal Prof. Antonio Rapolla, e finanziato con fondi MURST e CNR.

L'autore ringrazia i Prof. E. Carrara, A. Rapolla, N. Roberti per i preziosi consigli, A. Confessore e M. Arcaro, M. Delle Curti e A. Laudiero per l'aiuto fornito in campagna.

BIBLIOGRAFIA

Hunter J.A. *et al.*, 1984, Shallow seismic reflection mapping of overburden-bedrock interface with the engineering seismograph, *Geophysics*, **49**: 1559-1567.

Knapp R.W., Steeples D.W., 1986, High resolution common depth point seismic reflection profiling: Instrumentation, *Geophysics*, **53**: 1267-1283.

Yilmaz O., 1987, Seismic Data Processing, S.E.G. *Investigations in Geophysics*, **2**: pp 526.

Miller R.D. *et al.*, 1989, Mapping a bedrock surface under dry alluvium with shallow seismic reflections, *Geophysics*, **54**: 1528-1534.

Sheriff R.E. e Geldart L.P., 1995, *Exploration seismology*, Cambridge Univ. Press.

Steeples, D.W., Miller R.D., 1991, Seismic reflection methods applied to engineering, environmental and groundwater problems, S.E.G., *Investigation in geophysics* n. 5, **1**: 1-30.

Le collezioni Paleontologiche del Museo di Paleontologia dell'Università di Napoli «Federico II». I Vertebrati pleistocenici. 1, I Mammiferi di Venosa

Carmela Barbera
Dipartimento di Paleontologia, Università degli Studi Federico II, Napoli, Italy

Key words: Mammals, Pleistocene, South Italy.

Riassunto. Si sono esaminati i resti fossili venosini presenti nel Museo di Paleontologia dell'Università di Napoli provenienti dalla località Loretello e Terranera. Le specie rinvenute sono: *Rhinoceros mercki* Kaup, *Hippopotamus amphibius* Linneo, *Elephas antiquus* Falc. e Caut. *Ursus spelaeus* Blum e Rosen, *Sus scrofa* Linneo, *Equus sussembornensis* Wust, *Capreolus capreolus* (Linneo), *Dama dama* (Linneo), *Cervus elaphus* Linneo.

Si è cercato di ricostruire una nuova colonna stratigrafica per le aree di Loretello e Terranera.

L'analisi della fauna mostra che l'ambiente doveva essere boschivo con presenza di vasti spazi ricchi di acqua ed ampie zone erbacee.

Il clima doveva presentare alternanze di periodi caldi e freddi.

Summary. The venosian fossils that were found in the localities of Loretello and Terranera, and present in Paleontological Museum of University Federico II of Naples have been considered in this work.

The fauna is composed by *R. merki, H. amphibius, S. scrofa, C. capreolus, D. dama*. We do not distinguish into the material belonging to the genus *Equus* and to the genus *Cervus* several specie but only one: *E. sussembornensis* and *C. elaphus*. In the venosian area we found some stratigraphic sections made by:

- basal conglomerates with withe calcareous sands lateraly and uppermost passing to conglomerates wuth sands and vulcanic gravels coming from Vulture
- lacustrine limestones with gastropods
- tufaceous crusts
- calcareous crusts
- marls

Received 12.10.93, accepted 12.6.95

Fossiliferous levels of Terranera are made by yeollow and black sands. and they are very similar to those described by D'Erasmo (1932), Picarreta e Ricchetti (1970) e Segre (1978).
The oldest studies on venosian fossils made by De Lorenzo and D'Erasmo (1932) were based on casual foundings;only recently Barral (1979, 1980), Alberdi *et alii* (1988) give a new perspective to this studies.

We try tho built a new stratigraphic sequence for the areas of Terranera and Loretello.

We argue a forestal environnement with lacustrine water and large plains whith erbaceous vegetation. The climate alternated warm periods and cold ones.

Introduzione

Nell'ambito dei lavori di risistemazione del materiale del museo di Paleontologia dell'Università di Napoli gli autori si sono presi l'incarico di revisionare le ampie collezioni di vertebrati pleistocenici ivi presenti.

Poiché la collezione proveniente da Venosa e studiata in parte da De Lorenzo (1898) successivamente dallo stesso A e da D'Erasmo (1932) riveste una notevole importanza, abbiamo pensato di iniziare lo studio delle suddette faune che negli ultimi tempi sono state anche incrementate da scavi successivi.Riveste particolare importanza il ritrovamento nella stessa area di materiale segnalato da De Blasi (1955).

Onde collocare le faune in un preciso punto delle successioni stratigrafiche ci siamo recati nella zona di Terranera e Loretello per ricostruirle.

Nell'area venosina sono tate individuate dagli A.A. nella serie dei depositi fluvio- lacustri alcune sezioni stratigrafiche, che dal basso, appaiono sono costituite generalmente da: (Fig. 1)

– conglomerati basali a matrice di sabbie bianche calcaree alternati a conglomerati misti a sabbie e clasti di origine vulcanica provenienti dal Vulture
– calcari lacustri con gasteropodi
– croste tufacee
– crostoni calcarei
– marne

A Terranera i livelli fossilferi sono quelli costituiti da sabbie giallastre e sabbie nere.

Le successioni ben corrispondono a quelle descritte da D'Erasmo (1932), Picarreta e Ricchetti (1970) e Segre (1978). con cui sono state confrontate.

Gli studi paleontologici più antichi sui fossili venosini fatti da De Lorenzo (1898) e da D'Erasmo (1932) si basavano su ritrovamenti casuali. Solo la spinta rivolta verso gli studi antropologici e paleoetnologici nella zona ha dato il via negli anni '50 e successivi, a scavi sistematici ed a studi più mirati dei reperti fossili (Blanc 1953, Barral 1979, 1980, Alberdi et alii 1988).

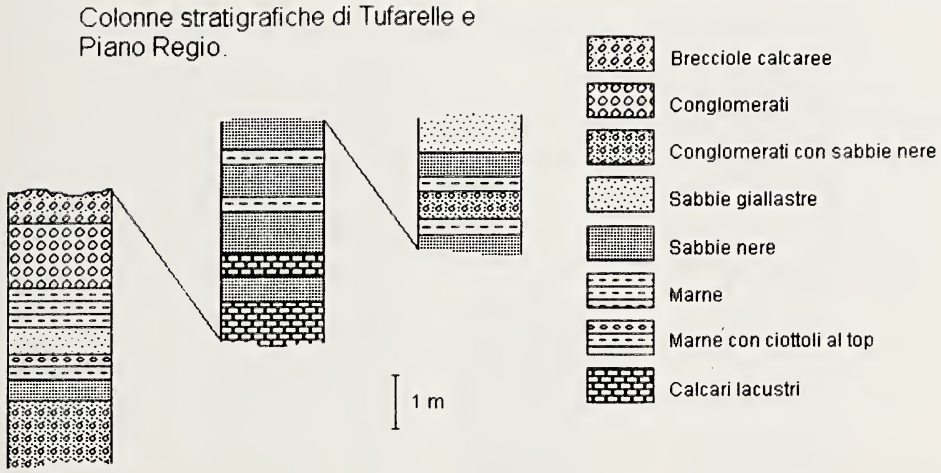


FIG. 1 – Colonne stratigrafiche delle sezioni di riferimento campionate in località Terranera, Tufarelle, Piano Regio.

D'Erasmo (1932) da un primo elenco, abbastanza completo per l'epoca, delle faune venosine, inquadrandole in un contesto stratigrafico (Fig. 2), segnala la presenza *R. mercki, E. antiquus, U. spelaeus, E. caballus, E. stenonis, C. capreulus, C. elaphus, C. cornaliai*. Egli riferisce alle specie *E. stenonis* e *C. cornaliai* resti di alcuni cervidi di dimensioni minori rispetto alle specie *E. caballus* e *C. elaphus*. Inoltre i denti di *Cervus* presentavano una colonnetta interlobare ed i rapporti morfometrici ricalcavano le caratteristiche dei resti rinvenuti da Cornalia nelle ligniti di Leffe per cui la nuova specie istituita è dedicata a Cornalia.

Angelelli *et alii* (1978) e Barral *et alii* (1978) segnalano inoltre la presenza di altre specie *R. etruscus, H. amphibius, U. deningeri, S. scrofa, E. stenonis, D. dama, M. solihacus, R. primigenius, e B. schoetensacki.*

Successivamente Caloi *et al.* (1979, 1980) descrivono i canidi, bovidi ed equidi dell'area di Venosa. Le successioni di Venosa sono descritte nel catalogo della mostra "I primi abitanti di Europa" (AA.VV. 1984) e vengono citate nell'opera di Kurten (1968).I rinocrontidi vengono inquadrati sistematicamente e stratigraficamente da Guerrin (1980).Datazioni assolute per le piroclastiti dell'area sono date da Cortini (1975).

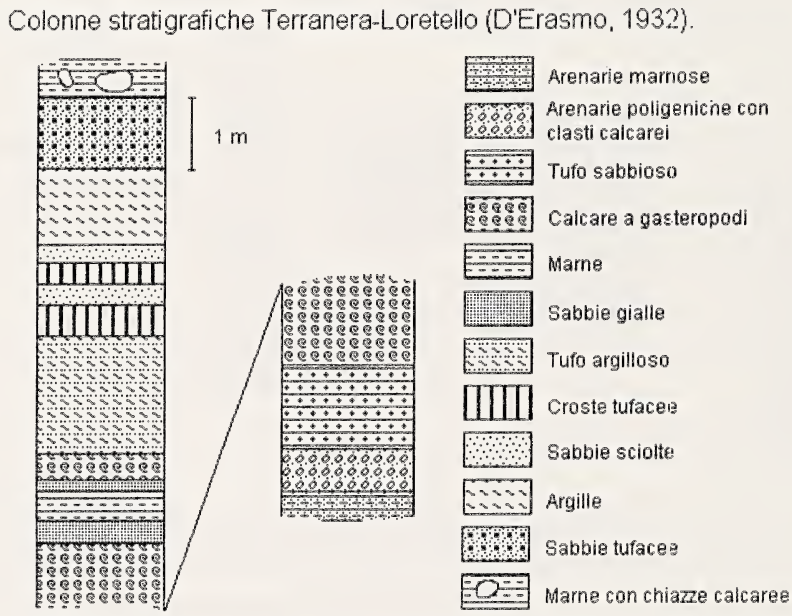


FIG. 2 – Sezione stratigrafica di Terranera e Loretello, da D'Erasmo (1932). Si notino i livelli di riferimento a Gasteropodi. Si ignorano i livelli di provenienza dei fossili.

ANALISI DELLA FAUNA

La fauna esaminata è costituita da 364 reperti attribuiti alle diverse specie e da 51 reperti il cui stato di frammentarietà ha impedito ogni determinazione. Essa proviene per lo più dalla località di Loretello (413 resti) 2 reperti solo provengono da Terranera.

Per ogni specie si indica l'elenco dei resti esaminati, la percentuale rispetto al totale della fauna, il numero minimo di individui presenti ed una sommaria descrizione dei reperti più significativi. Per l'osteeometria si seguono i criteri di Hue (1907) e per la discussione generale è stato molto utile Lavocat (1966).

Nella descrizione dei denti si usa il segno + per i denti mascellari ed il segno – per quelli mandibolari, la numerazione degli esemplari è provvisoria in attesa di una definitva numerazione della fauna nello schedario definitivo del Museo di Paleontologia.

Rhinoceros mercki Kaupp

Il genere *Rhinoceros*, rivisto da Guerrin (19809, con la specie *R. mercki* è rappresentato da un dente intero ed un frammento. Il primo è un P4+ dx con corona piuttosto alta e due strette valli a separare i due tubercoli della muraglia labiale (V1)

Il secondo (V2) è un P3– sx, presenta due lobi piuttosto arcuati con una forte rientranza ed un profilo irregolare che dovrebbe testimoniare una accentuata usura.

Percentuale e numero minimo di individui
0, 6% – 1 individuo.

Hippopotamus amphibius Linneo
(Tav.1, Fig. 4)

Il genere *Hippopotamus* con la specie *H. amphibius* è rappresentato da:

V3 = un canino inferiore sinistro

V4 = una mandibola completa delle due branche, anche se in frammenti, con i denti *in situ*

Il P3– sx con diametro antero posteriore di 30 mm ed un'altezza della corona di 30 mm

M2-sx ha diametro antero posteriore di 65mm ed uguale altezza della corona, al suo fianco si colloca bene un frammento isolato di M1-sx (V350).

Dal lato destro è presente P2– dx con diametro di 35mm.

I disegni occlusali dei denti e la ridotta divergenza tra le branche della mandibola fanno attribuire tali resti *H. amphibius*.

V5 = M1-dx ed M2-dx, questi due molari per le dimensioni ci ricordano *H. major* mentre i disegni occlusali sono perfettamente confrontabili con quelli di *H. amphibius*.

Percentuale e numero minimo di individui

1%, 3 individui.

Elephas antiquus Falc. et Caut.

Il genere *Elephas* è presente con la specie *E. antiquus* rappresentato da:

due frammenti di omero: uno sinistro ed uno destro rispettivamente V6 e V7

V8 = una estremità articolare prossimale di tibia destra

V9 = un atlante

V10 = un frammento di femore sx

A questo materiale va aggiunto un frammento prossimale di omero destro raccolto di recente i n località Terranera e depositato al Museo del CAI a Castel dell'Ovo a Napoli (V351).

Percentuale e numero minimo di individui

1%, due individui.

Ursus spelaeus Blum e Rosenb

(Tavola, fig. 3)

Il genere *Ursus* con la specie *U. spelaeus* è rappresentato da un frammento di mascella con un P4+ sx in posto (V11). Il dente si presenta tritubercolare con tubercolo anteriore di dimensioni maggiori e con quello interno più arretrato.

È presente inoltre una prima falange del primo dito anteriore destro (V12).

Percentuale e numero minimo di individui
0,6% un individuo.

Sus scrofa Linneo
(Tavola 1, fig. 2)

Il genere *Sus* con la specie *Sus scrofa* è presente con un frammento di mandibola con quattro incisivi in situ e i caratteristici canini ricurvi. (V13)

Percentuale e numero minimo di individui
0,6%, un individuo.

Equus susembornensis Wust.
(Tavola 1, fig. 1)

Più numerosi sono i frammenti di *Equus*, riferiti a questa specie riconosciuta a Venosa da Alberdi e Caloi (1988), essi sono rappresentati numerosi reperti cui corrispondono i seguenti numeri di catalogo:

V14 = un frammento di mandibola
V15 = un frammento di mascella con due incisivi
V16 = un 1I-sx
V17 = I4 –sx
V18 = I3+ sx
V19 = P2+ sx
V20 = P2– dx
V21-V23 = 3P 3 – dx
V24-V31=M1+ sx
V32=M2+ sx
V33=M3+ sx
V34=M3+ dx
V35=M1– sx
V36=M1– dx
V37=M3– dx
V38=M2– sx
V39=D3– sx
V40-V41 = seconde falangi posteriori sx
V42-V45 = metacarpali sx
V46-V47 = metatarsali sx

D'Erasmo aveva attribuito la maggior parte di questo materiale ad *Equus caballus* e solo un P4+dx ed un m1+dx ad *Equus stenonis*.

Le caratteristiche morfometriche dei reperti fanno rientrare gli stessi nella variabilità di *Equus sussembornensis* anche le dimensioni dei denti e le figure occlusiali li fanno rientrare perfettamente nella variabilità di questa specie ampiamente descritta per Venosa da Alberdi *et alii* (1988).

Percentuale e numero minimo di individui
10%, 7 esemplari.

Famiglia *Cervidae*

Più abbondanti in assoluto sono i resti di *Cervidae* denti, astragali, calcagni, frammenti di ossa lunghe rivelano la presenza di quattro generi *Dama, Cervus, Capreolus* e probabilmente *Rangifer*.

Capreolus capreolus (Linneo)

sono riferiti a questa specie:
V48 = P4-sx
V49 = M1– sx
V50 = m2+ dx
V51 = m3-dx

I diametri anteroposteriori dei denti sono rispettivamente 12, 12, 14, 18mm.

V51 = Frammento distale di femore dx

Percentuale e numero minimo di individui
1,4%, 2 individui.

Dama dama (Linneo)
(Tavola 2, fig.7)

A questa specie viene riferito un M3-dx (V52)con diametro anteroposteriore di 23 mm, le caratteristiche morfologiche del terzo lobo ci permettono di riferirlo con sicurezza alla specie.

Percentuale e numero minimo di individui
0,3%, un individuo.

Cervus elaphus (Linneo)
(Tav. 2, fig. 8, 9, 10)

Al genere Cervus ed alla specie *Cervus elaphus* è riferito il materiale che D'Erasmo era riferito a *C. elaphus* ed a *C. cornaliai* cioè il materiale abbastanza numeroso che presenta i seguenti numeri di catalogo:

V54 = P3-sx
V55-V56 = P4-sx
V57-V59 = P4-dx
V60-V61 = P2+dx
V62-V64 = P3+dx
V65-V67 = P4+sx
V68-V81 = M1+sx
V82-V104 = M2-sx
V105-V119 = M3-sx
V120-V132 = M1-dx
V133-V144 = M1-dx
V145-V154 = M3-dx
V155-V161 = M1+sx
V162-V181 = M2+sx
V182-V192 = M3+sx
V193-V194 = M1+dx
V195-V201 = M2+dx
V202 = omero dx
V203-V210 = omeri sx
V211-V217 = radii sx
V218-V226 = radii dx
V227-V228 = scapole dx
V229-V234 = tibie sx
V235 = tibia dx
V236 = rotula sx
V237 = rotula dx
V238-V243 = calcagni sx
V244-V247 = calcagni dx

V248-V255 = astragali sx
V256-V267 = astragali dx
V268 = metacarpale sx
V269-V273 = metacarpali dx
V274-V276 = metatarsali sx
V277-V278 = metatarsali dx
V279-V282 = scafoidi sx
V283-V285 = semilunari sx
V286-V287 = semilunari dx
V289 = capitato trapezoide sx
V290-V291 = prime falangi interne anteriori sx
V292-V303 = prime falangi esterne anteriori sx
V304-V306 = prime falangi interne anteriori dx
V307-V316 = prime falangi esterne anteriori dx
V317-V327 = seconde falangi interne anteriori sx
V328-V330 = seconde falangi interne anteriori dx
V331-V332 = prime falangi interne posteriori sx
V333 = prima falange interna posteriore dx
V334 = prima falange interna posteriore sx
V335 = seconda falange esterna posteriore dx
V336-V345 = frammenti di falangi non discriminabili
V346 = frammento di vertebra lombare
V347 = frammento di costa

Non si ritiene opportuno dividere le due diverse specie distinte da D'Erasmo (1932) in quanto non si riscontrano sostanziali differenze nei caratteri morfologici dei denti sia nella morfologia generale che nei disegni occlusiali.

Le differenze morfometriche che D'Erasmo segnala tra i denti: possono benissimo rientrare nella variabilita' specifica di *C. elaphus*. I molari riferiti a *C. elaphus* presentano mediamente un diametro un diametro anteroposteriore di 23 mm, mentre quelli riferiti al presunto *C. cornaliai* vanno da 17 a 19 mm, tuttavia.

Osservando la variabilità nei viventi, dovute a differenze di taglia, di razza e di sesso ed in tutte le popolazioni fossili conosciute si è convinti di trovarsi davanti ad una sola specie, quella di *C. elaphus*.

Percentuale e numero minimo di individui
84,9%, 22 individui.

Cervidae indet. aff.Rangifer aff. tarandus (Linneo)
(Tavola 2, fig. 5 e 6)

Il materiale riferito ad un *Cervidae* indet.affine al gen *Rangifer* ed alla specie *tarandus* è alquanto scarso e costituito solo da scarsi reperti che potrebbero essere significativi in un cotesto faunistico diverso.

Il genere *Rangifer*, la cui presenza, se confermata, assumerebbe un notevole significato, non è stato mai segnalato per l'area di Venosa, è rappresentato da i seguenti reperti:

V348 = prima falange interna posteriore sx
V349 = M3-dx diametro anteroposteriore 23mm

Data la loro eccezionalità essi sono stati confrontati con resti di Renna presenti nel Museo di Zoologia ed è stato effettuato il confronto biometrico con tutto il materiale disponibile in bibliografia e reperibile.

Il terzo molare inferiore presenta il lobo posteriore di dimensioni molto ridotte rispetto a quelli del cervo e del daino ed una superficie occlusionale con caratteritico disegno ad otto.

Percentuale e numero minimo di individui
0,6%, 1 individuo.

Conclusioni

Dal punto di vista ecologico l'esame dei resti rivela associazione a cervi dominante (84,9%, 22 individui); si tratta di una fauna tipica di ambiente forestale anche se i numerosi resti di cavalli (8%, 9 individui) mostrano la vicinanza di vaste estensioni di pianura con prevalente vegetazione erbacea, ulteriore conferma di questo scenario è dato dalla presenza del rinoceronte (0,6%, 1 individuo).

La presenza dell'ippopotamo (1% due individui) e del cinghiale (0,6%, 1 individuo) indicano l'esistenza di ampie distese di acque lacustri e corsi d'acqua.

Il clima ha chiaramente presentato alternanze di periodi caldi ed altri più freddi. Conferme delle alternanze climatiche vengono dagli studi malacologici di Durante e Settepassi (1978), Malatesta (1983).

Dato il tipo di provenienza dei reperti e la loro mancanza di collocazione in una sezione stratigrafica precisa poco si può dire sul livello stratigrafico di appartenanza. Comunque da un esame della distribuzione stratigrafica delle specie i resti si possono ritenere al Pleistocene medio ed in particolare all'intervallo compreso tra il Cromeriano ed il Riss.

BIBLIOGRAFIA

ALBERDI M.T., CALOI L., PALOMBO M.R., 1988. The quaternary fauna of Venosa; Equids. *Bull. Mus. Antr. Preist. Monaco*, **31**: 3.

ANGELELLI F., CALOI L., MALATESTA A., PALOMBO M.R., 1978. Fauna quaternaria di Venosa; cenni preliminari: Atti XX Riun. Scient. Ist. Ital. Preist. Prot., 133-140, Firenze.

AA.VV., 1984. I primi abitanti d'Europa, Catalogo mostra Museo nazionale Preistorico Etnografico L. Pigorini, De Luca Edit. Roma.

BARRAL L., HEINICHEN CHIAPPELLA C., SIMONE S., 1978. Datazione relativa al giacimento di Loreto (Venosa, Basilicata). Atti XX Riun. Scient. Ist. Ital. Preist. Prot., 125-132, Firenze.

BLANC A.C., 1953. Venosa, gisement à industrie tayacienne et micoquienne de Loreto, IV Cong. INQUA, 63-68, Roma.

CALOI L., PALOMBO M.R., 1979. La fauna quaternaria di Venosa, Bovidi, *Boll. Serv. Geolog. Ital.*, 100, Roma.

CALOI L., PALOMBO M.R., PETRONIO C., 1980. Resti cranici di *Hippopotamus antiquus* (= H. major) ed *Hippopotamus amphibius* conservati nel museo di paleontologia dell'Universistà di Roma. *Geologica Romana*, **19**: 1-120, Roma.

CORTINI M., 1975. Età K-Ar del M. Vulture (Lucania), *Riv. It. Geof. e Sc. aff.*, **2**: (1), 45-47.

DE BLASI G., 1955. Sopra un avanzo fossile di Ippopotamo rinvenuto nella valle di Venosa (Pz), *Rend. Acc. Sc. Fis. Mat.*, (s.4), **22**: 293-300, Napoli.

DE LORENZO G., 1898. I grandi laghi pleistocenici delle falde del Vulture, *Rc. R. Ac. Lin.*, (s. 5), **2**: 247-350.

DE LORENZO G., D'ERASMO G., 1932. L'uomo paleolitico e l'*Elephas antiquus* nell'Italia meridionale, *Mem. Acc. Sc. Fis. Mat.*, (s. 2), **19**: 1, 8-11, Napoli.

D'ERASMO G., 1932. La fauna della grotta di Loretello presso Venosa, *Atti Acc. Sc. Fis. Mat.*, (s. 4), **11**: 1-22, Napoli.

DURANTE S., SETTEPASSI F., 1978. Nota sulle associazioni malacologiche del giacimento fluviolacustre di Loreto, Venosa, Atti XX Riun. Scient. Ist. Ital. Preist. Prot., 141-145, Firenze.

GUERIN C., 1980. Les Rhinoceros (*Mammalia, Perissodactylia*), Comparaison avec les especes actuellles, *Doc. Lab. Geolg.*, **79**: 1, 2, 3, Lyon.

HUE E., 1907. Osteometrie des mammiferes, vol. 1 e 2, Schleicher Freres, ed. Paris.

KURTEN B., 1968. Pleistocene mammals of Europe, 317, London.

LAVOCAT R., 1966. Faunes et flores prehistoriques de l'Europe occidentale, Ed. Boubee Paris.

MAGLIO U.J., 1973. Origin and evolution of the *Elephantidae*, *Trans. Amer. Philos. Soc.*, **63**: (3), 1-149, Philadelphia.

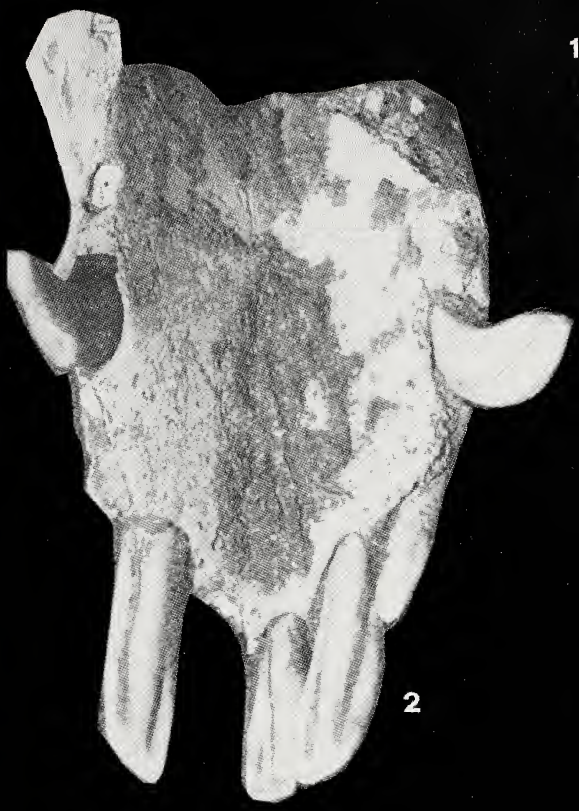
MALATESTA A., 1983. *Geologia e paleobiologia dell'era glaciale*, La Nuova Italia Sc. Roma.

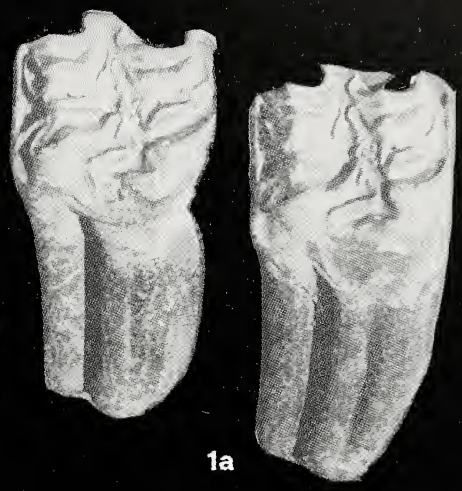
PICARRETA G., RICHETTI G., 1970. I depositi del bacino fluviolacustre della fiumara di Venosa Matinelle del torrente Basentello, Studio geologico petrografico, *Mem. Soc. Geolog. Ital.*, **9**: 121-134, Roma.

RENAULT MIACKOWSKY J., 1986. L'ambiente nella Preistoria, ed Masson, Jaka book Milano.

SEGRE A.G., 1978. Il Pleistocene ed il Paleolitico della Basilicata, Atti XX Riun. Sc. Ist. Ital. Preist. Prot., 15-39 Firenze.

TAV. 1
1 – 1a - *Equus sussembornensis* Wunst: M2 dx sup.
2 – *Sus scrofa* L. Frammento di mandibola
3 – *Ursus spelaeus* (Blum e Ros). PM4 dx sup.
4 – *Hippopotamus amphibius* L. M1 M2 sx inf.

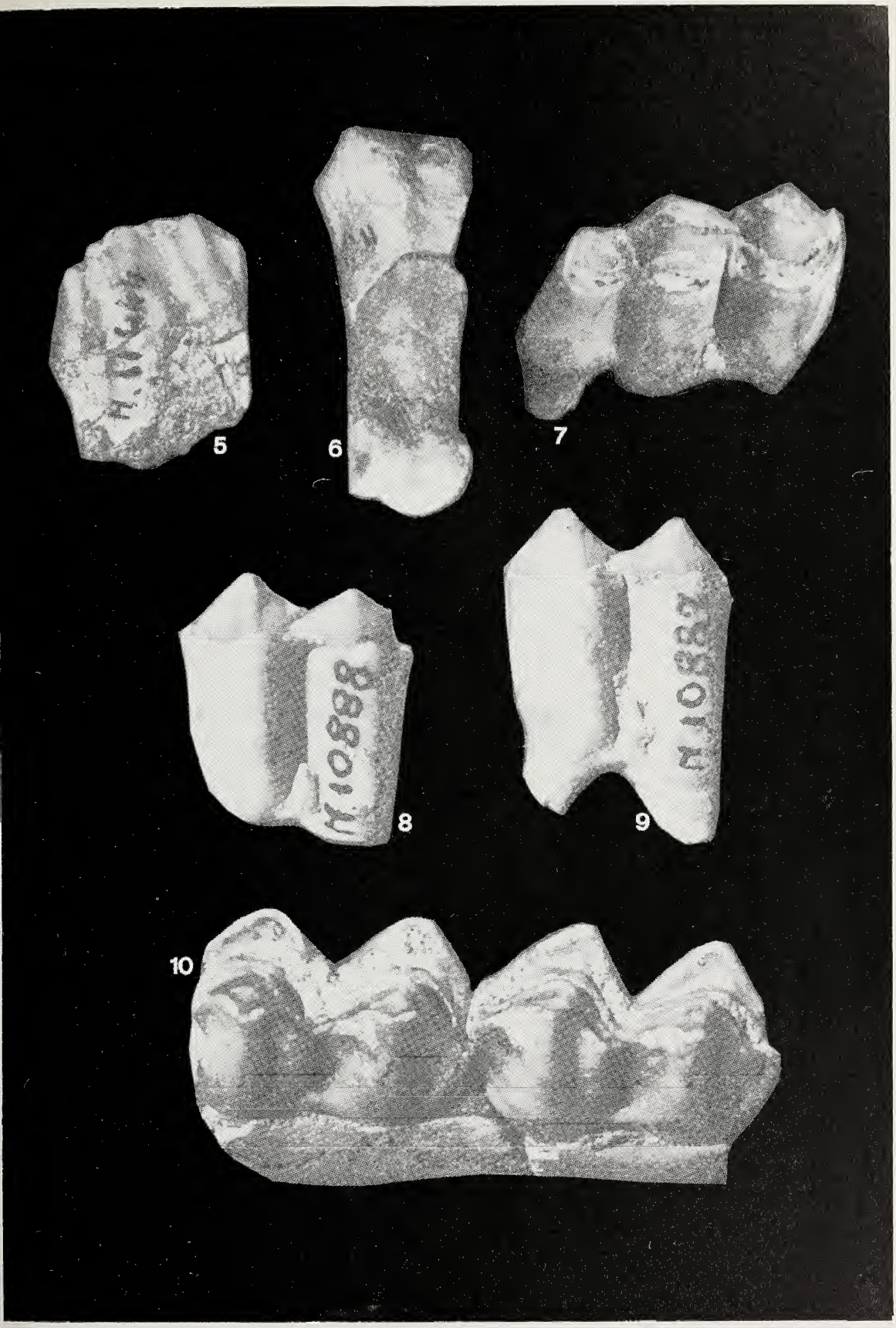

2


1
1a

3

4
11463

TAV. 2
5-6 – *Cervidae* indet aff. *Rangifer tarandus* L. M3 inf. sx.
7 – *Dama dama* (L.) M3 inf dx
8-9-10 – *Cervus elephus* L.,
8 = M2inf dx, 9 = M2 inf dx; 10 = frammento mandibolare dx con M1 e M2:
8-9 – rappresentano i molari di *C. cornaliai* D'Erasmo che si ritiene di includere in *C. elaphus*.


5
6
7
M.10888
8
M.10887
9
10

Considerazioni ecologiche sugli Eterotteri del Fiume Lete (Campania)

Soppelsa O.[1], **Sagnibene P.**[2], **Battaglini F.**[3]

[1] Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Napoli Federico II
[2] Coordinamento Scientifico delegazione WWF Campania
[3] A.S.L 2 Caserta

Key words: Heteroptera, running water, water quality.

Summary. On river Lete Heteroptera - Ecological considerations.

The increasing interest, in the last years, for the quality of surface waters, of which animal communities are a proof and testing possibilities, led us to choose the river Lete (Matese mountains) as paradigmatic example for a series of faunistic investigations of which the present work is a first section.

We examined the aquatic Heteroptera, during a year, of which we considered also the relationship with biocenoses of the river Lete after selecting three stations on the basis of their correlation with the terrestrial ecosystem. The sampling times were determined on the basis of life cycles of the species examined. For the Heteroptera a double sampling technique was used: I.B. (Indice Biotique) method application and for the census. Samples collected (2000 specimens were diagnosed) contained species belonging to 4 phyla (Porifera, Mollusca, Annelida, Arthropoda), from 76 U.S. (systematic units) of which 32 of lentic facies and 46 of lotic facies (the discrepancy is due to ubiquitous species). Since we are referring to the Heteroptera, typical group of lentic facies, in this work only the biological indicators of this facies were considered.

In stations 1 and 2 the adult stage of all species of Heteroptera were found. These were sampled in the river Lete, except *Gerris gibbifer* SCHUMM., which is absent in the station 1. In the station 3 the presence of Heteroptera is sporadic and only three species, viz., *Hydrometra stagnorum* (L.), *Gerris gibbifer* SCHUMM. and *Notonecta viridis* DELCOURT were found.

Heteroptera are thus well represented only in biocenoses with high diversity and abundance; on the contrary in simplified communities they are absent or sporadically present. A correlation between the number of U.S. (according I.B.) and species number of Heteroptera is evident.

Received 15.12.95, accepted 5.5.96

A comparison between stations with analogous altimetric and microclimatic characteristics showed the constant absence of Hydrocoriomorpha in polluted environments, whereas the presence of the more resistant Amphibicoriomorpha was confined to two species only.

The chemical data and B.O.D. values, not being significantly different along the course of river Lete, do not explain the different values of I.B. and a scarce presence of the Heteroptera at station 3. Thus we assume that at this station only the pollution can be accounted for by agronomic treatment of neighbouring ecosystems.

Riassunto. Sono stati esaminati gli Eterotteri acquatici del fiume Lete (Campania) nell'ambito di un complesso di ricerche faunistiche indirizzate alla valutazione della qualità delle acque fluviali. Abbiamo studiato gli Eterotteri acquatici anche in relazione alle biocenosi del fiume. I campionamenti sono stati stabiliti in base ai cicli vitali delle specie da campionare. Si sono utilizzate tecniche di raccolta ai fini dell'applicazione del metodo I.B. ed ai fini del censimento degli Eterotteri. Sono state raccolti circa 2000 esemplari appartenenti a 4 phyla riferibili a 76 U.S., di cui 32 di facies lentica, sono stati considerati solo gli indicatori biologici di tale facies.

Gli Eterotteri sono ben rappresentati solo in biocenosi con diversità ed abbondanza relativa alte; viceversa in comunità semplificate essi sono assenti oppure sporadicamente presenti. È evidenziata una correlazione tra il numero di U.S. (secondo I.B.) ed il numero di specie di Eterotteri.

Dai dati chimici, dal B.O.D. e anche in relazione ai valori dell'indice I.B. si può ipotizzare, solo per l'ultimo tratto, un inquinamento dovuto ai trattamenti agronomici dei terreni limitrofi.

Introduzione

La crescente attenzione negli ultimi anni verso la qualità delle acque superficiali, di cui le comunità animali forniscono testimonianza e possibilità di valutazione, ci ha portato a scegliere il Fiume Lete come paradigma per un complesso di ricerche faunistiche di cui il presente lavoro costituisce un primo segmento. Si è voluto così studiare ambienti fluviali ritenuti non compromessi da utilizzare come "bianco" per i necessari confronti con analoghi ambienti inquinati come consigliato da De Pauw (1988). Nell'ambito di nostre ricerche sul censimento delle specie dulciacquicole presenti nei corsi d'acqua della Campania, con successiva eventuale taratura delle liste d'indicatori biologici, abbiamo studiato gli Eterotteri d'acqua, considerandone anche le relazioni con le biocenosi del Fiume Lete.

La scelta degli Eterotteri è stata dettata, oltre che dalla scarsità d'informazioni sulla distribuzione in Campania, dal fatto che i metodi di

valutazione biologica della qualità delle acque considerano questo sottordine sia utilizzandolo per il calcolo degli indici di diversità sia come indicatore di acque alterate, tranne che per il solo genere *Aphelocheirus* cui si può attribuire una valenza d'indicatore biologico (Verneaux e Tuffery, 1967).

Descrizione del fiume

Il Fiume Lete è un corpo idrico permanente a regime di rithron, che sviluppa il suo corso (circa 23 km) dalle pendici del Monte Ianara (Massiccio del Matese), dove è localizzato il gruppo sorgivo di Capo di Lete (1016 m s.m.), fino all'immissione nel Fiume Volturno in località Le Chiuse (114 m s.m.).

A partire dalla sorgente e per tutto il suo corso, il Lete è alimentato da numerose scaturigini limitrofe e da emergenze in alveo; queste acque, che provengono da più fronti sorgentizi, portano ad incrementi progressivi della portata fino a circa 300 L/s, al netto della portata massima di 0,43 mc/s (Celico, 1983).

Il fiume, dal punto di vista idrologico, è diviso in due tratti distinti dalla diga del bacino di Letino (893 m s.m.) che raccoglie e convoglia al bacino idroelettrico di Gallo Matese le acque del "tratto superiore" del Lete (circa 8,35 km); l'eccedenza idrica, mediamente stimata intorno ai 50 L/s, viene invece tracimata nell'inghiottitoio che sbocca a Prata Sannita (359 m s.m.) dove inizia il "tratto inferiore" di 12,50 km.

Il tratto superiore attraversa terreni utilizzati esclusivamente a pascolo libero, mentre il tratto inferiore, procedendo dalla sorgente alla confluenza, è interessato da ittiocolture, attività di depurazione (Pratella) ed infine attraversa, per circa 7 km, terreni a colture orticole intensive di cui costituisce la principale risorsa irrigua e al contempo il collettore delle acque di drenaggio.

Materiali e metodi

Per quanto riguarda la presente ricerca, dopo una prima indagine sul campo e tenendo conto degli interfacciamenti del fiume con gli ecosistemi terrestri, sono state identificate 3 stazioni lungo il corso del Fiume Lete (v. fig. 1).

Stazione 1 – "tratto superiore", quota 1012 m s.m., in località Campo delle Secine, distanza dalla sorgente km 1,8.

Stazione 2 – "tratto inferiore", quota 129 m s.m., 400 m a valle del depuratore di Pratella, in località Le Starze, distanza dalla sorgente km 17,8.

FIG. 1 – Rappresentazione schematica del Fiume Lete.
Schematic representation of river Lete.

Stazione 3 "tratto inferiore", quota 114 m s.m., in località Masseria Limatello, distanza dalla sorgente km 20,3
posta su un tratto di fiume che attraversa agrosistemi orticoli.

I campionamenti faunistici, le analisi chimico-fisiche in campo ed i prelievi di acqua per le analisi in laboratorio sono stati eseguiti nelle tre diverse stazioni.

I campionamenti sono stati eseguiti nei mesi di gennaio, aprile, giugno e luglio 1994, concomitanti con regimi di portata rispettivamente di massima, media, scarsa e magra. Inoltre, tali periodi sono stati scelti sia

in base ai cicli vitali delle specie da campionare, cioè per reperire i diversi stadi di sviluppo, sia in ragione delle attività umane che possono avere influenza sulla qualità delle acque (periodi turistici, trattamenti agronomici, etc.).

Gli Eterotteri sono stati raccolti nelle zone lentiche sia assieme ad altri organismi ai fini dell'applicazione del metodo I.B. (Indice Biotique-Verneaux e Tuffery, 1967) in facies lentica, sia per un più ampio protocollo di campionamento adatto ai fini di un censimento. I prelievi sono stati effettuati su superfici di alveo di 1 mq e per un tempo fisso di 10 minuti, sempre dal medesimo operatore, con un retino a sacco (US Standard N. 30 – 21 maglie/cm).

Oltre a quelli prelevati con i campionamenti a retino, gli Eterotteri sono stati raccolti lungo le rive, nella vegetazione e nelle zone lentiche delle stazioni, per un tempo maggiore a 10 minuti mediante un retino raschiante ad imbocco triangolare. Per ogni saggio è stata prelevata un'aliquota fissa di vegetazione acquatica (del volume di circa 5000 mL) al fine di raccogliervi gli organismi presenti.

Per la conservazione, gli Eterotteri sono stati diversamente trattati secondo lo stadio di sviluppo e la consistenza dei tegumenti: le neanidi ed alcune delle ninfe sono state fissate subito in alcool a 75^0 con aggiunta del 4% di formalina a 40 vol; adulti e ninfe robuste sono stati preventivamente esposti per qualche minuto a vapori di etere acetico prima di essere immersi in alcool a 70^0.

Per le analisi di laboratorio sono stati prelevati 1000 mL d'acqua in bottiglie scure di polietilene al centro della sezione di alveo, sempre a $5 \div 10$ cm di profondità.

Sul posto, per ogni stazione ed in ogni prelievo, sono state effettuate le seguenti misure:
- temperatura dell'aria, mediante termometro a fionda,
- temperatura dell'acqua, con un termometro con contenitore;
- pH, mediante pHmetro ($\pm$ 0,1) con elettrodo di vetro a soluzione di KCl;
- ossigeno disciolto, con apparecchio ad elettrodo polarografico passivo a membrana ($\pm$ 0,2 ppm);

In laboratorio, si è provveduto alle seguenti analisi:
- durezza totale
- alcalinità
- BOD_5 ^{20}.

Gli esemplari sono stati preparati lavandoli in acqua distillata, poi immergendoli in una soluzione emolliente (35 cc alcool 95^0, 51 cc acqua distillata, 8 cc acetato di etile, 6 cc benzolo), Zangheri (1981) modificata,

per restituire elasticità ai tessuti, quindi sono stati lavati nuovamente in acqua distillata.

I materiali più delicati sono stati studiati in liquido, quelli più resistenti sono stati preparati a secco su cartellini entomologici. I Gerridi sono stati fissati trasversalmente sui cartellini, in modo da lasciare sporgere l'addome, per i Nepidi si è distaccata ed incollata a parte sullo stesso cartellino una delle antenne (Tamanini, 1979); i Corixidi sono stati disposti in modo da agevolare l'osservazione della concavità degli arti raschiatori.

Si sono determinati adulti e grosse ninfe ed a queste determinazioni si è fatto riferimento per l'attribuzione generica delle uova (raccolte sui vegetali) e delle neanidi. Molti stadi giovanili mancano di caratteri precisi e, secondo Tamanini (1979), una determinazione approssimativa fino al genere si può ottenere per mezzo del confronto con gli adulti.

Risultati e osservazioni

I campionamenti effettuati nelle 3 stazioni del Fiume Lete hanno permesso di raccogliere specie appartenenti a 4 phyla (Porifera, Mollusca, Annelida, Arthropoda) riferibili a 76 unità sistematiche (U.S.), di cui 32 di facies lentica (tab. 1) e 46 di facies lotica (la discrepanza è dovuta ad organismi ubiquitari), cui corrispondono circa 2000 esemplari determinati. Avendo fatto riferimento agli Eterotteri, gruppo tipico della facies lentica, in questo lavoro sono stati considerati solo gli indicatori biologici di tale facies.

Si osserva innanzitutto che i gruppi di indicatori biologici più sensibili (secondo il metodo I.B. - Verneaux e Tuffery, 1967) sono stati raccolti sempre in campionamenti che hanno mostrato biocenosi con ampia diversità e che, per converso, indicatori di minore sensibilità corrispondono sempre a biocenosi con alta dominanza da parte dei Ditteri Simulidi.

Nelle stazioni 1 e 2 si sono ritrovati gli stadi adulti di tutte le specie di Eterotteri campionati nel Fiume Lete (tab. 2) tranne *Gerris gibbifer* Schumm. assente nella stazione 1.

Nella stazione 3 la presenza degli Eterotteri è sporadica e si rinvengono solo tre specie: *Hydrometra stagnorum* (L), *Gerris gibbifer* e *Notonecta viridis* Delcourt; tutte hanno una dieta aspecifica basata sulla predazione e l'ultima inoltre è buona volatrice, soprattutto nelle ore più assolate (Johnson, 1966).

Tenendo conto delle oscillazioni stagionali degli indici biotici (tab. 1) si evince una buona correlazione tra il numero di U.S. (secondo I.B.) ed

TAB. 1 – Unità sistematiche (U.S.), indicatori biologici d'accesso ed indici biotici secondo il metodo I.B. (*) Classe di qualità delle acque assegnata tenendo conto delle oscillazioni stagionali degli indici.
Systematic units, biological indicators for access and biotic indexes by I.B. method.

	STAZIONI	Plecotteri	Tricotteri evoici	Odonati	Ditteri	Eterotteri	Collemboli	Crostacei	Gasteropodi	Oligocheti	Poriferi	Totale U.S.	indicatori	I.B. (lentico)	classi di qualità delle acque
gennaio	1		1		2		1	2	1			7	Tricotteri evoici 1 U.S.	6	buona *
	2		1	1	2		1	1	1		1	8	Tricotteri evoici 1 U.S.	6	buona *
	3		1		2			1		1		5	Tricotteri evoici 1 U.S.	5	buona *
aprile	1	2	1		3	1	1	2	1		1	12	Plecotteri 2 U.S.	9	buona
	2	1	1	2	3	3	1	1	3		1	16	Plecotteri 1 U.S.	9	buona
	3		1		2							3	Tricotteri evoici 1 U.S.	5	dubbia
giugno	1	2	1		2	2	1	3	1	1	1	14	Plecotteri 2 U.S.	9	buona
	2	1	1		2	4		1	2	1	1	13	Plecotteri 1 U.S.	8	accettabile
	3		1		2							3	Tricotteri evoici 1 U.S.	5	dubbia
luglio	1	2	1		2	2	1	3	1	1	1	14	Plecotteri 2 U.S.	9	buona
	2	1	1	1	4	6		1	1		1	16	Plecotteri 1 U.S.	9	buona
	3		1		3					1		5	Tricotteri evoici 1 U.S.	5	dubbia

il numero di specie di Eterotteri (fig. 2). Tale correlazione è fondamentale, a nostro avviso, per accentuare il ruolo di indicatore biologico di questo raggruppamento.

TAB. 2 – Distribuzione delle specie di Eterotteri ordinati per data di campionamento, stazione e stadio di sviluppo. I punti interrogativi indicano che la determinazione delle neanidi è stata fatta per il genere riferendosi alle ninfe ed agli adulti prelevati successivamente.
Heteroptera species distribution sorted for sample time, station and developmental stages.

	Heteroptera	gennaio			aprile			giugno			luglio		
	stazioni	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Amphibiocoriomorpha	*Velia rivulorum* (F.) 1775												
	Hydrometra stagnorum (L.) 1758												
	Gerris (Limnoporus) rufoscutellatus LATREILLE 1807						?			?			
	Gerris (Aquarius) paludum (F.) 1794						?			?			
	Gerris gibbifer SCHUMM. 1832							?					
Hydrocoriomorpha	*Nepa cinerea seurati* BERGEVIN 1926												
	Naucoris maculatus F. 1798												
	Notonecta marmorea viridis DELCOURT 1909												
	Notonecta maculata maculata F. 1794												
	Plea minutissima LEACH 1818												
	Corixa affinis LEACH 1818												
	totale specie Eterotteri	3	4	0	2	5	1	8	11	2	7	11	1
	U.S. (secondo I.B.)	7	8	5	12	16	3	14	13	3	14	16	5
	I.B. (facies lentica)	6	6	5	9	9	5	9	8	5	9	9	5

neanidi ninfe adulti

È stata registrata pressoché costantemente, una differenza dai 2 ai 4°C di temperatura, fra il tratto di montagna (staz. 1) e quello di pianura (staz. 2 e 3). Questa differenza è probabilmente dovuta all'effetto dello stazionamento, e conseguente riscaldamento, delle acque nel bacino di Letino. All'inghiottitoio, infatti perviene l'acqua dello strato superficiale del bacino, più esposta alla radiazione solare. Per il pH non si riscontrano differenze significative (tab. 3) sebbene la stazione 3 abbia fatto registrare valori leggermente più bassi.

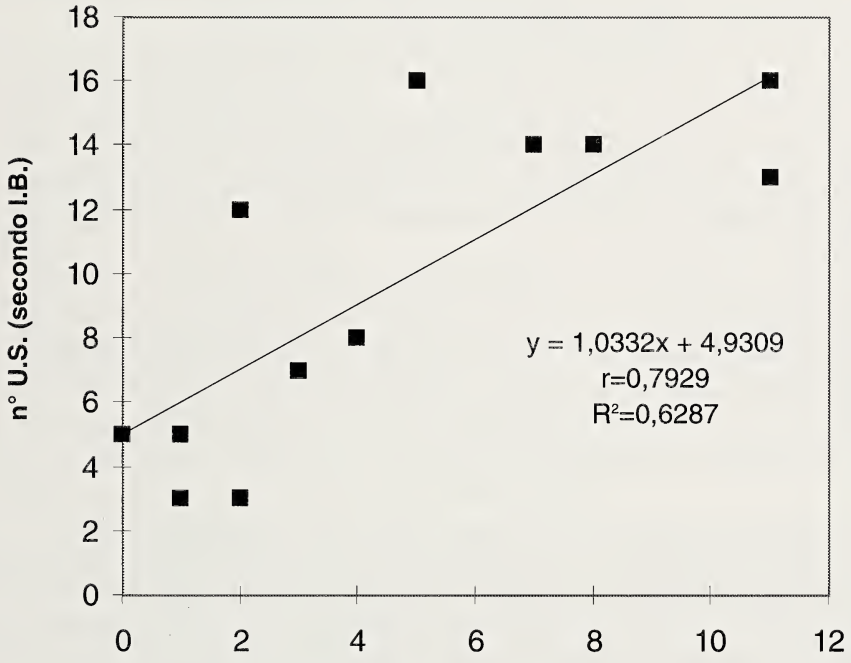


FIG. 2 – Correlazione tra il numero di U.S. (secondo I.B.) ed il numero di specie di Eterotteri.
Systematic units versus number of species (by I.B.).

Nelle staz. 1 e 2 l'O_2 in soluzione è stabilizzato su valori di acque eccellenti, mentre nella staz. 3 il tasso di ossigeno disciolto mostra un andamento calante dal periodo invernale a quello estivo, con differenze di circa 1,6 mg/L. Il BOD_5 ^{20} oscilla in un range di acque eccellenti o buone. La durezza totale e l'alcalinità sono entro valori tipici di corsi d'acqua che scorrono su rocce carbonatiche.

Come è stato accertato dalle indagini preliminari, la diga di sbarramento e l'inghiottitoio costituiscono un'effettiva barriera biogeografica in quanto impediscono fenomeni di drift e rendono impossibili migrazioni, in acqua, degli organismi. L'inghiottitoio infatti separa il fiume in due tratti diversi, oltre che per altitudine e situazioni microclimatiche, per gli interfacciamenti con gli ecosistemi terrestri. Tali caratteristiche influiscono sulle popolazioni dulciacquicole contribuendo a determinare le differenti composizioni delle comunità (tab. 1).

TAB. 3 – Dati delle analisi chimico-fisiche.
Chemical and chemo-physical parameters.

	gennaio			Aprile			giugno			luglio		
stazioni	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
temperatura acqua (°C)	8	12	11	9,5	11	12	10	14	14	14	15	15
temperatura ambiente (°C)	7	11	11	11	12	12	15	18	16	23	27	20
pH	7,9	8	7,6	6,8	6,7	6,8	8,2	8,2	7,8	7,4	7,3	7,2
ossigeno disciolto mg/L	9,3	8,4	7,7	9,1	8,6	7,4	8,8	7,9	6,7	7,9	7,7	5,8
alcalinità (mg/L HCO_3^-)	160	209	n.r.	154	204	226	184	220	242	140	198	202
durezza totale (mg/L $CaCO_3$)	155	178	n.r.	160	184	197	151	178	187	148	161	175
BOD_5^{20}	4	4	4	3	4	5	2	2	4	2	3	3

Il substrato ciottoloso ed accidentato, dovuto alle forti pendenze e alla disgregazione delle rocce carbonatiche (Celico *et al.*, 1990), provoca turbolenze e rimescolamenti delle acque per cui, come si è accertato, vi è un'ottima ossigenazione (tab. 3) che, a sua volta, favorisce comunità spiccatamente reofile. Tuttavia la vegetazione fluviale, in cui predomina il genere *Trichophyllum* (Ranunculaceae), forma piccole ma numerose zone lentiche con tipiche comunità in cui due divisioni di Eterotteri predatori, Amphibiocoriomorpha e Hydrocoriomorpha (Stichel, 1955), svolgono una funzione di grande importanza.

A nostro parere infatti ci sono sufficienti motivazioni per riconsiderare la posizione degli Eterotteri acquatici ai fini della valutazione dello stato di salute delle acque interne. Un limite dei metodi ad indici biotici per la valutazione della qualità biologica delle acque consiste in una approssimazione troppo ampia che porta a considerare poco, o niente affatto, la diversa tolleranza agli xenobionti e/o alle perturbazioni di una

specie nei vari stadi del suo ciclo vitale. Nel periodo invernale, inoltre, il numero di specie raccolte diminuisce sensibilmente sia perché molti organismi svernano allo stadio di uova oppure, da adulti, entro ripari difficilmente accessibili mediante le tecniche standard di campionamento, sia perché il tasso dei nuovi nati declina sensibilmente (Hynes, 1941). Spesso, infine, nel computo dei metodi, vengono associate U.S. di facies diverse (lotica e lentica), per le quali un medesimo fattore d'inquinamento produce effetti diversi, spesso non comparabili, nelle strutture delle comunità (Lascombe *et al.*, 1983).

Discussione e conclusioni

Per quanto riguarda gli Eterotteri d'acqua, così come si evince dall'insieme delle nostre ricerche nel Fiume Lete, riteniamo che bisogna evidenziare i seguenti punti per una migliore interpretazione del loro ruolo ecologico:

– La loro posizione nella catena trofica e le modalità della loro nutrizione, che generalmente consistono nel succhiare dal corpo della preda i tessuti preventivamente disciolti da enzimi iniettati da loro stessi; della vittima resta il solo esoscheletro, ridotto ad un'esile pellicola, in quanto anche la membrana basale, l'epidermide e talora anche lo strato endocuticolare sono disgregati. Ciò lascia ipotizzare una capacità di magnificazione dei tossici presenti nelle loro prede.

– La fase fisica della respirazione degli Idrocoriomorfi mediante branchie fisiche, che sfruttano i diversi coefficienti di diffusione aria-acqua dell'azoto ed acqua-aria dell'ossigeno (in rapporto di 3/1), suggerisce un grado non trascurabile di sensibilità alle sostanze presenti nell'acqua.

– La presenza di tensioattivi, solitamente provenienti da acque reflue domestiche, indebolisce la tensione superficiale dell'acqua e può disciogliere i grassi che impermeabilizzano i peli idrofughi. Risultano in tal modo gravemente compromesse la locomozione degli Anfibicoriomorfi ed il funzionamento delle branchie fisiche degli Idrocoriomorfi. Ulteriori danni per gli organismi derivano dal fatto che ai peli idrofughi sono deputate, oltre che a funzioni di senso statico, funzioni sensoriali tattili che consentono la localizzazione della preda (Wigglesworth, 1961)

– Vi è, infine, da considerare che neanidi del primo stadio di Nepidi e Notonectidi, neanidi dei primi due stadi dei Corixidi, neanidi e ninfe dei cinque stadi di *Aphelocheirus* respirano attraverso i tegumenti molli, poco o nulla sclerificati. Non si può escludere quindi che i territori cuticolari

deputati alla respirazione costituiscano una via di penetrazione per vari xenobionti, come avviene per le tracheobranchie di altri organismi (Grandi, 1966).

Per quanto concerne l'impatto e il ruolo ecoetologico degli Eterotteri nel Fiume Lete si possono avanzare le seguenti conclusioni:

Le composizioni delle biocenosi valutate secondo il metodo I.B., mostrano gli Eterotteri ben rappresentati solo con diversità ed abbondanza relativa alte; viceversa in comunità estremamente semplificate essi sono assenti oppure sporadicamente presenti con specie meno esposte agli inquinanti.

Se si considerano solo i generi degli Eterotteri, come prescrivono i metodi standard ad indici biotici, tale correlazione risulta mascherata. Infatti ad una prima approssimazione tassonomica corrisponde una maggiore approssimazione di diagnosi. Pertanto la correlazione da noi individuata è una metodica suggestiva e foriera di ulteriori approfondimenti.

Anche gli indici I.B. di facies lentica, ricavati tramite indicatori biologici d'accesso (tab. 1), sono coerenti con il numero di specie di Eterotteri riscontrati.

Nelle stazioni 1 e 2, per ogni specie di Eterotteri, sono stati raccolti esemplari di almeno due stadi di sviluppo, di cui uno adulto, segno che il ciclo vitale è riuscito a compiersi, giungendo alla fase adulta e ad una nuova ovideposizione (tab. 2).

Nella stazione 3, invece, si osserva la costante assenza degli Idrocoriomorfi, fatta eccezione per sporadici esemplari di *Notonecta marmorea viridis*, tutti allo stadio adulto, mentre la presenza degli Anfibicoriomorfi, più resistenti, è ridotta a sole due specie.

Nel campionamento di luglio (staz. 3), nonostante l'insistenza delle ricerche, non è stato possibile raccogliere adulti di *Gerris*, genere presente allo stadio di neanide nei precedenti prelievi. *Gerris* è, invece, presente con più stadi di sviluppo alla stazione 2.

Se raffrontiamo anche le biocenosi e gli indici biotici delle stazioni 2 e 3, relativamente vicine e con caratteristiche altimetriche e microclimatiche analoghe, si deducono contrapposte diagnosi di salute biologica.

I dati chimici ed i valori del B.O.D. non sono significativamente diversi lungo tutto il corso del fiume; si può quindi escludere un inquinamento da reflui domestici per la stazione 3 e tantomeno per la stazione 2, nonostante la sua vicinanza allo sbocco del depuratore. Le lievi variazioni delle concentrazioni di O_2 non sono di per sé indicative.

La scomparsa di *Gerris* (staz. 3) avviene fra due date di campionamento nel cui intervallo sono frequenti i trattamenti delle orticolture; di

conseguenza si può ipotizzare che le acque di drenaggio trasportino nel fiume xenobionti che agiscono da semplificatori delle biocenosi (Ghetti e Salmoiraghi, 1994), insistendo sugli stadi meno tolleranti degli organismi.

Pertanto dalle precedenti considerazioni si può concludere che il Fiume Lete ha acque di buona qualità biologica eccetto per l'ultima parte del tratto "inferiore", alterato da fattori antropici. Il Lete, quindi, a nostro avviso, costituisce un utile riferimento per lo studio di altri corsi d'acqua biotipologicamente ad esso comparabili.

Ringraziamenti

Si ringrazia il prof. Pietro Battaglini per la lettura critica e i preziosi suggerimenti.

Lavoro eseguito con il contributo MURST 60%.

BIBLIOGRAFIA

CELICO P., 1983. Idrogeologia dei massicci carbonatici delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia meridionale. *Progetti speciali per gli schemi idrici del mezzogiorno*, Edizioni Cassa per il Mezzogiorno Roma, **4/2**.

CELICO P., SALZANO G., VALLARIO A., VALLETTA M., 1990. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, vol XXXVIII.

DE PAUW N., 1988. Biological Assesment of surface water quality: the Belgian experience. Atti del Convegno Internazionale "La qualità delle acque superficiali. Criteri per una metodologia omogenea di valutazione", Provincia Autonoma di Trento, Riva del Garda.

GHETTI P.F., SALMOIRAGHI G., 1994. Macroinvertebrate communities and changing Italian rivers. *Boll. Zool.* **61**: 404-409.

GRANDI G., 1966. Istituzioni di entomologia generale. Calderini, Bologna.

HYNES H.B.N., 1941. The taxonomy and ecology of the nynph of British Plecoptera with notes on the adults and eggs. *Trans. R. Entom. Soc.*, London, **91**.

JOHNSON C.G., 1966. A functional system of adaptative dispersal by flight. In: *Annual Review of Entomology*, **11**: 233-260.

LASCOMBE C., MOUVET C., PATTEE E., VERREL J.L., 1983. Les micropolluants dans le divers compartiments de l'écosystème des eaux douces: utilisation des niveaux de contamination comme indicateurs de la qualité. In: L'Eau, la Recherche et l'Environnement, *Journées de Lille* Colloque Recherche et Environnement. **22**

STICHEL W., 1955. Illustrierte Bestimmungstabellen der Wanzen. II. Europa, vol. I, Stichel, BerlinHermsdorf.

TAMANINI L., 1979. Eterotteri acquatici: Gerromorpha, Nepomorpha. Guida CNR, n° 6AQ/1/45.

VERNEAUX J., TUFFERY G., 1967. Une méthode zoologique pratique de determination de la qualité biologique des eaux courantes. Indice biotique. *Ann. Sci. Univ. Besançon Zool.* **3**: 79-89.

WIGGLESWORTH V.B., 1961. Insect physiology. Butter and Tamer ed., London.

ZANGHERI P., 1981. Il naturalista. Ed. Hoepli, Milano.

Nuovi rinvenimenti di Eterotteri nell'area settentrionale della Provincia di Caserta (Campania)

Soppelsa O.[1], **Sagnibene P.**[2]

[1]Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Napoli Federico II

[2] Coordinamento Scientifico delegazione WWF Campania

Key words: Heteroptera, geographic n. sp.

Abstract. Heteroptera in northern area of Caserta.
First data concerning distribution of Heteroptera in northern area of Caserta (Campania) are given. First findings for Campania of *Naucoris maculatus*, *Nepa cinerea seurati* and *Notonecta maculata maculata* have been reported. A total of 12 species belonging 9 genera and 9 families have been reported.

Riassunto. Vengono riportati i dati nuovi per la letteratura riguardanti gli Eterotteri della zona settentrionale della Provincia di Caserta (Campania) e la segnalazione del rinvenimento di esemplari di *Naucoris maculatus*, *Nepa cinerea seurati* e *Notonecta maculata maculata*, dato nuovo per la Campania.

Nel corso di ricerche ecologiche e faunistiche svolte nell'area dei Monti Matese e in particolare del bacino idrografico del Fiume Lete ed in alcune stazioni site nel Comune di Mondragone (area nord della Provincia di Caserta), sono state raccolte in ambienti dulciacquicoli le 12 specie di Eterotteri, qui di seguito riportate. *Naucoris maculatus*, *Nepa cinerea seurati* e *Notonecta maculata maculata* risultano nuove per la Campania. Per *Gerris rufoscutellatus* e *Hydrometra stagnorum* rispettivamente segnalata da A. Costa (1843) e rinvenuta solo in una occasione da Sacchi (1963) si conferma la presenza nella Regione. I campioni sono conservati nella collezione del Museo didattico dell'Oasi WWF Bosco di S.Silvestro (CE). La bibliografia relativa alle singole specie si riferisce ai precedenti reperti in Campania.

Received 15.12.95, accepted 5.5.96

Elenco delle stazioni

Comune di Mondragone: Pozza abbeveratoio, proprietà Lapiello (140 m s.m.) via Incaldana (staz. 1); Pozza abbeveratoio, località S. Anna (412m s.m.) (staz. 2).
Comune di Letino: Località Campo delle Secine (1012 m s.m.) – Fiume Lete (staz. 3).
Comune di Prata Sannita: Località Le Starze (129 m s.m.) – Fiume Lete (staz. 4).
Comune di Ailano: Località Masseria Limatello (114 m s.m.) – Fiume Lete (staz. 5).

Elenco delle specie

Hemiptera Heteroptera

Fam.: Corixidae Leach, 1815

Corixa affinis Leach, 1818
Tamanini L. 1948, 1961, Sacchi C.F. 1963, Servadei A. 1967.

Materiale: 3 adulti, staz. 4, 24.IV.1994, leg. O. Soppelsa; 5 neanidi, 6 ninfe, 4 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 6 adulti, staz. 3, 7.VI.1994, leg. O. Soppelsa; 4 adulti, staz. 1, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 3 adulti, staz. 2, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 3 ninfe, 5 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa; 4 ninfe, staz. 3, 16.VII.1994, leg. P. Sagnibene.

Fam.: Pleidae Fieber, 1851

Plea minutissima Leach, 1818
Costa A. 1838, Griffini A. 1896, Mancini C. 1959a

Materiale: 12 adulti, staz. 4, 24.IV.1994, leg. P. Sagnibene; 3 neanidi, 6 ninfe, 5 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 8 adulti, staz. 3, 7.VI.1994, leg. O. Soppelsa; 3 adulti, staz. 1, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 5 adulti, staz. 2, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 3 neanidi, 4 ninfe, staz. 4, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa.

Fam.: NOTONECTIDAE LEACH, 1815

Notonecta maculata maculata FABRICIUS. 1794

Materiale: 4 neanidi, staz. 4, 24.IV.1994, leg. P. Sagnibene; 11 neanidi, 7 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 4 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa.

Notonecta marmorea viridis DELCOURT, 1909
Tamanini L. 1948, Mancini C. 1953, 1958, 1963, Sacchi 1963.

Materiale: 5 neanidi, staz. 4, 24.IV.1994, leg. O. Soppelsa; 18 neanidi, 4 ninfe, 5 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 3 ninfe, 7 adulti, staz. 3, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 3 adulti, staz. 5, 7.VI.1994, leg. O. Soppelsa; 8 adulti, staz. 1, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 4 adulti, staz. 2, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 6 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa; 4 adulti, staz. 3, 16.VII.1994, leg. P. Sagnibene.

Fam.: NAUCORIDAE FALLEN, 1814

Naucoris maculatus FABRICIUS, 1798

Materiale: 3 adulti, staz. 4, 24.IV.1994, leg. P. Sagnibene; 7 neanidi, 4 ninfe, staz. 4, 7.VI.1994, leg. O. Soppelsa; 5 neanidi, 4 ninfe, 3 adulti, staz. 1, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 3 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 4 adulti, staz. 3, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa.

Fam.: NEPIDAE LATREILLE, 1802

Nepa cinerea seurati BERGEVIN, 1926

Materiale: 3 neanidi, staz. 4, 24.IV.1994, leg. P. Sagnibene; 14 neanidi, 5 ninfe, 8 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. O. Soppelsa; 12 neanidi, 9 ninfe, 4 adulti, staz. 3, 7.VI.1994, leg. O. Soppelsa; 5 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 9 adulti, staz. 3, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa.

Fam.: RANATRIDAE DOUGLAS & SCOTT, 1865

Ranatra linearis L., 1758
Griffini A. 1896, Mancini C. 1959b, 1963, Servadei A. 1967.

Materiale: 3 ninfe, 5 adulti, staz. 1, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 4 adulti, staz. 2, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene.

Fam.: GERRIDAE LEACH, 1815
neanidi non determinate

Gerris (*Limnoporus*) *rufoscutellatus* LATREILLE, 1807
Costa A. 1843.

Materiale: 4 adulti, staz. 4, 12.I.1994, leg. O. Soppelsa; 3 ninfe, 6 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 3 adulti, staz. 3, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 4 ninfe, 5 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa; 3 ninfe, 5 adulti, staz. 3, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa.

Gerris (*Aquarius*) *paludum* (FABRICIUS, 1794)
Costa A. 1847, 1862, Griffini A. 1896, Mancini C. 1959a, 1962

Materiale: 3 adulti, staz. 3, 12.I.1994, leg. P. Sagnibene; 6 neanidi, 3 ninfe, 6 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. O. Soppelsa; 5 adulti, staz. 3, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 3 ninfe, 5 adulti, staz. 1, 9.VII.1994, leg. O. Soppelsa; 5 adulti, staz. 2, 9.VII.1994, leg. O. Soppelsa; 4 ninfe, 7 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. P. Sagnibene.

Gerris (*Gerris*) *gibbifer* SCHUMM., 1832
Costa A. 1847, Griffini 1896, Mancini C. 1959a, Sacchi C.F. 1963.

Materiale: 4 adulti, staz. 4, 12.I.1994, leg. O. Soppelsa; 4 ninfe, 7 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 8 adulti, staz. 5, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 6 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa.

Fam.: VELIIDAE DOHRN, 1859

Velia rivulorum (FABRICIUS, 1775)
Cavanna G. 1882, Griffini A. 1896, Servadei A. 1967.

Materiale: 4 adulti, staz. 4, 12.I.1994, leg. O. Soppelsa; 5 adulti, staz. 3, 12.I.1994, leg. O. Soppelsa; 5 ninfe, 6 adulti, staz. 4, 24.IV.1994, leg. P. Sagnibene; 8 ninfe, 5 adulti, staz. 3, 24.IV.1994, leg. P. Sagnibene; 5 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 4 adulti, staz. 3, 7.VI.1994, leg. O. Soppelsa; 5 ninfe, 6 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 4 ninfe, 6 adulti, staz. 3, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa.

Fam.: HYDROMETRIDAE BILLBERG, 1820

Hydrometra stagnorum (L., 1758)
Sacchi C.F. 1963.

Materiale: 4 adulti, staz. 4, 12.I.1994, leg. P. Sagnibene; 3 adulti, staz. 3, 12.I.1994, leg. P. Sagnibene; 3 ninfe, 8 adulti, staz. 4, 24.IV.1994, leg. O. Soppelsa; 6 adulti, staz. 3, 24.IV.1994, leg. P. Sagnibene; 3 adulti, staz. 5, 24.IV.1994, leg. O. Soppelsa; 12 neanidi, 4 ninfe, 6 adulti, staz. 4, 7.VI.1994, leg. P. Sagnibene; 10 ninfe, 5 adulti, staz. 3, 7.VI.1994, leg. O. Soppelsa; 3 ninfe, 3 adulti, staz. 1, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 4 adulti, staz. 2, 9.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 3 neanidi, 7 ninfe, 4 adulti, staz. 4, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa; 9 ninfe, 4 adulti, staz. 3, 16.VII.1994, leg. P. Sagnibene; 4 neanidi, 3 adulti, staz. 5, 16.VII.1994, leg. O. Soppelsa.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Prof. Antonio P. Ariani per i preziosi consigli ed il costante incoraggiamento e il Prof. Battaglini per la lettura critica del lavoro.

Lavoro eseguito con il contributo MURST 60% 40%.

REFERENCES

CAVANNA G., 1882. Catalogo degli animali raccolti al Vulture, al Pollino ed in altri luoghi dell'Italia meridionale e centrale. *Bull. Soc. Entom. Ital.*, **14:** 31-87.

COSTA A., 1838. Cimicum Regni Neapolitani. *Atti del Reale Ist. di Incoraggiamento alle Sc. Nat.*, Napoli, 143-216.

COSTA A., 1843. Cimicum Regni Neapolitani. *Atti del Reale Ist. di Incoraggiamento alle Sc. Nat.*, Napoli, 239-279.

COSTA A., 1847. Cimicum Regni Neapolitani. *Atti del Reale Ist. di Incoraggiamento alle Sc. Nat.*, Napoli, 365-405.

COSTA A., 1862. Peregrinazione zoologica. *Ann. Mus. Zool.*, Napoli, **2:** 119-125.

GRIFFINI A., 1896. Catalogus synonymicus et topographicus Rhynchotorum aquatilium hucusque in Italia repertorum. *Misc. Entom.*, Narbonne, **4:** 83-137.

MANCINI C., 1953. Corologia emitterologica italiana. Nota II. Emitteri dell'Umbria. *Mem. Soc. Entom. Ital.*, **32:** 5-35.

MANCINI C., 1958. Corologia emitterologica italiana. Nota IV. Emitteri Eterotteri della Valle d'Aosta. *Mem. Soc. Entom. Ital.*, **37:** 132-148.

MANCINI C., 1959a. Corologia emitterologica italiana. Nota VI. Emitteri Eterotteri della Lombardia. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat. e Mus Civ. Storia Nat.*, Milano, **98** (2/3) 223-283.

MANCINI C., 1959b. Corologia emitterologica italiana. Nota V. Supplemento Emitteri Eterotteri del Biellese e dell'Umbria. *Ann. Mus. Civ. Storia Nat.*, **71:** 111-118.

MANCINI C., 1962. Corologia emitterologica italiana. Nota VII. Emitteri Eterotteri delle Marche. *Boll. Soc. Entom. Ital.*, **92:** 137-144.

MANCINI C., 1963. Res ligusticae CXXXIII Emitteri Eterotteri della Liguria. *Ann. Mus. Civ. Storia Nat.*, Genova, **74:** 30-121.

SACCHI C.F., 1963. Zoobenthos e necton del Lago di Patria. *Delpinoa*, n. ser., suppl. **5:** 11-45.

SERVADEI A., 1967. Rynchota (Heteroptera, Homoptera, Auchenorrhyncha). Fauna d'Italia. Ed Calderini, Bologna, **9:** 1-36.

TAMANINI L., 1948. Secondo contributo alla corologia degli Emitteri Eterotteri dell'Italia centro-meridionale. *Boll. Ass. Romana Entom.*, **3:** 1-5.

TAMANINI L., 1961. Ricerche zoologiche sul Massiccio del Pollino (Lucania Calabria). XXX Emitteri Eterotteri (Hemiptera Heteroptera). *Ann. Ist. Mus. Zool. Univ.*, Napoli, **13** (2): 1-128.

CONFERENZE E COMMEMORAZIONI

Attività Vulcano Poas: Meccanismo unico delle sue diverse manifestazioni

Lorenzo Casertano
Già titolare del corso di Vulcanologia presso la Facoltà di Scienze
dell'Università Federico II di Napoli
Corso Garibaldi, 179 - 80055 Portici (Napoli)

Key words: volcanic activity and phenomena

Riassunto. Nel quadro del programma di cooperazione allo sviluppo fra l'Italia e la Costa Rica furono realizzate nel periodo 1979-1984 indagini geofisiche e geochimiche sull'attività del vulcano Poàs che nello stesso periodo fu oggetto di manifestazioni del tutto particolari. Le indagini hanno permesso di dare a tali fenomeni una precisa interpretazione che unita al quadro geologico ha fatto dedurre per l'insieme delle attività vulcanologiche osservate al Poàs un meccanismo unico per la spiegazione di tutte le manifestazioni.

1. – Premessa

La massima aspirazione di qualsiasi ricercatore è quella di pervenire, nella branca della Scienza in cui sta indagando, ad una sintesi che, da una parte, comprenda la spiegazione del maggior numero di fenomeni indagati e, dall'altra, sia la più semplice possibile. Ma se l'aspirazione è generale, il conseguirla è riservato a pochi, il rispetto e il riconoscimento che essi si meritano è tanto più profondo quanto più la sintesi risponde alle due condizioni sopra esposte: generalità e semplicità. Come esempi possiamo limitarci a riferire quelli che si possono considerare le sintesi massime, e cioè, in ordine cronologico, la legge di gravitazione universale di Newton, la spiegazione unitaria dei fenomeni magnetici ed elettrici di Maxwell e la costituzione dell'atomo di Bohr. Non possiamo trascurare di

Received 25.3.94, accepted 27.4.94

accennare a un fallimento della massima importanza dovuto a colui che è giustamente considerato il fisico più geniale del nostro secolo: Alberto Einstein.

Come è noto questi negli ultimi anni della sua vita si dedicò all'unificazione dei campi gravitazionale ed elettro-magnetico. Egli, in un primo tempo, ebbe l'impressione di essere riuscito nell'impresa ma, ad un successivo controllo, dovette riconoscere che nei suoi calcoli vi era un banale errore che, però, inficiava il suo ragionamento. Questo si dice per dimostrare quanto è difficile raggiungere lo scopo particolarmente quando si vuole abbracciare un campo piuttosto ampio. Di contro, quanto più esso è ristretto tanto più è facile raggiungere lo scopo. È quel che mi propongo di chiarire in questa sede.

Nello studio del vulcanesimo del cosiddetto "circolo di fuoco circumpacifico" (o, con termini spagnoli, "cinturon de fuego circumpacifico") limitando le considerazioni ad un solo vulcano (precisamente il Poàs, situato nella zona centrale della Costa Rica) è stato possibile indicare un meccanismo unitario per la spiegazione delle diverse e più svariate manifestazioni che esso ha prodotto nel corso degli ultimi due secoli e, probabilmente, anche in quelli precedenti, dato che, dalle stratificazioni più antiche, è stata rilevata una certa ciclicità nelle sue manifestazioni.

Il fatto che si prende in esame uno stesso edificio vulcanico chiaramente facilita il problema perché non variando le condizioni strutturali dell'elemento che produce le manifestazioni la spiegazione di ognuna di esse si fonda, per l'aspetto strutturale, su gli stessi fattori.

Fra i motivi che hanno reso possibile la sintesi delle spiegazioni delle manifestazioni del vulcano Poàs ve n'è, poi, un altro che bisognerebbe sempre tener presente quando si studiano i fenomeni naturali: cioè essi vanno studiati con continuità e non saltuariamente a seconda dell'interesse che suscitano gli aspetti esteriori di essi.

È stato già detto e ripetuto che le eruzioni sono soltanto gli episodi più spettacolari che produce un vulcano mentre l'insieme della sua attività comprende anche aspetti molto meno appariscenti, spesso nemmeno visibili ed impressionabili che possono anche sfuggire a chi non ha seguito il vulcano con continuità. Pretendere di conoscere un vulcano seguendo soltanto le sue eruzioni è un assurdo. Per meglio chiarire questo punto possiamo paragonare un vulcano ad un organismo vivente. Le eruzioni vulcaniche sono situazioni di crisi e corrispondono agli stati di malattia degli esseri viventi. Come nessun medico può riuscire a capire, per cu-

rarle, le malattie dell'uomo limitandosi ad osservarle soltanto quando presentano sintomi esteriori (come gli stati febbrili) così nessun vulcanologo può essere in grado di spiegare l'attività di un vulcano soltanto correndo ad osservarlo, fotografarlo, cinematografarlo quando è in attività parossistica, lasciando agli altri il fastidioso studio di "routine". Questi vulcanologi sono stati chiamati, in altre occasioni, "i commessi viaggiatori delle eruzioni"; di queste essi non possono mai diventare veri conoscitori perché ignorano tutto ciò che prepara, causa e regola una eruzione.

A questo riguardo mi limito a citare, fra i molti capitati, un solo caso che dimostra come è dannoso per lo sviluppo della vulcanologia affidarsi ad osservazioni occasionali non approfondite come si dovrebbe sempre fare. Mi riferisco a quanto si verificò negli anni settanta quando per gli studenti di Scienze Geologiche di una Università settentrionale si organizzò una escursione di studio al Vesuvio. Gli accompagnatori avendo osservato i resti di una nube ardente, senza darsi la briga di accertare la situazione e ritenendo di aver fatto un'interessante scoperta pubblicarono una nota scientifica nella quale rivendicarono il merito di aver accertato "per la prima volta l'esistenza di una nube ardente emessa dal Vesuvio". Se avessero fatto, come era loro dovere, una ricerca anche superficiale sull'argomento si sarebbero reso conto che il vulcanologo che più e meglio di tutti conosceva il Vesuvio per averlo studiato sul posto per circa mezzo secolo e che aveva pubblicato una delle più complete relazioni su una eruzione vulcanica (mi riferisco al compianto Prof. Imbò e alla sua relazione sull'eruzione vesuviana del 1944) a proposito delle nubi ardenti del Vesuvio non solo aveva pubblicato le foto che documentavano la loro formazione e il successivo sviluppo, nel marzo 1944, aveva anche riferito le osservazioni fatte dal Lacroix sulle nubi ardenti vesuviane notate durante la precedente eruzione vesuviana dell'aprile 1906, concludendo che le nubi ardenti rappresentavano una peculiarità delle esplosioni miste del Vesuvio. E ciò con buona pace di quelli che secondo Petrolini meritavano il titolo di "scopritori dell'acqua calda" pur essendo degli ottimi professionisti.

Altra osservazione non trascurabile è che "i commessi viaggiatori" di un'eruzione vulcanica perdono la parte più interessante del fenomeno, perché arrivano necessariamente sempre in ritardo e osservano il fenomeno superficialmente perché si devono limitare soltanto a quello che consente di vedere il tempo a loro disposizione, sempre poco, perché

hanno necessità di correre altrove. Ciò nonostante si ritengono tanto bravi da poter pontificare; anzi sentendosi dei Cesari moderni ritengono di poter imitare l'autentico con il suo *"veni, vidi, vici"*. Con ciò creando spesso indicibili confusioni.

2. – Attività sismo-vulcanica in Costa Rica

La Costa Rica, come si è detto, appartiene al "circolo di fuoco circumpacifico" ed è caratterizzato da attività sismica e vulcanica che rientrano nel quadro generale di tutta la zona compresa nel "circolo" anche se quella sismica presenta un suo peculiare andamento: eventi di bassa energia, piuttosto frequenti, con epicentri superficiali. A tale riguardo non si può tralasciare di dire che i terremoti più profondi che si conoscono, raggiungenti i 700 Km di profondità, si hanno soltanto nel circolo di fuoco circumpacifico, precisamente nella regione andina al confine fra il Cile e l'Argentina, mentre in Costa Rica le profondità dei sismi raggiungono al massimo la decina di Km.

Non rientra nell'argomento che si vuole trattare, ma non si può fare a meno di precisare che, la notevole ed abbondante circolazione delle acque nel sottosuolo costaricense ha fatto risalire alle variazioni di pressione delle acque sotterranee la causa prima della sismicità locale. In analogia a quanto rilevato per le zone appenniniche italiane dove la principale sismicità è stata, prima, accoppiata alla presenza di formazioni lacustri del periodo plio-pleistocenico e, poi, fatta derivare dalle variazioni di pressione che manifestano le acque del sottosuolo.

Per il vulcanismo c'è da ricordare la presenza, nella piccola Repubblica centro-americana di cinque edifici ancora attivi a dimostrazione della vivacità con cui è stata interessata la zona nel corso delle epoche passate, prossime e remote.

All'arrivo, nel 1979, in Costa Rica della missione di studio e di didattica organizzata per conto del nostro Ministero per gli Affari Esteri e composta, oltre che dal sottoscritto, in qualità di esperto quale Ricercatore dell'Osservatorio vesuviano e docente di Vulcanologia, dai dottori in Geologia Andrea Borgia, di Firenze, e Corrado Cigolini, di Torino, quali collaboratori che avevano richiesto di svolgere il servizio civile a favore delle nazioni in via di sviluppo in sostituzione di quello militare furono presi in esame i cinque vulcani attivi e si concluse che i centri che più

degli altri meritavano di essere studiati erano proprio l'Arenal, nella cordigliera di Tilaran, nel nord del paese, e il Poàs nella cordigliera centrale. Tali vulcani furono studiati attentamente dal novembre 1979 a tutto il 1984, quando si concluse la missione di studio.

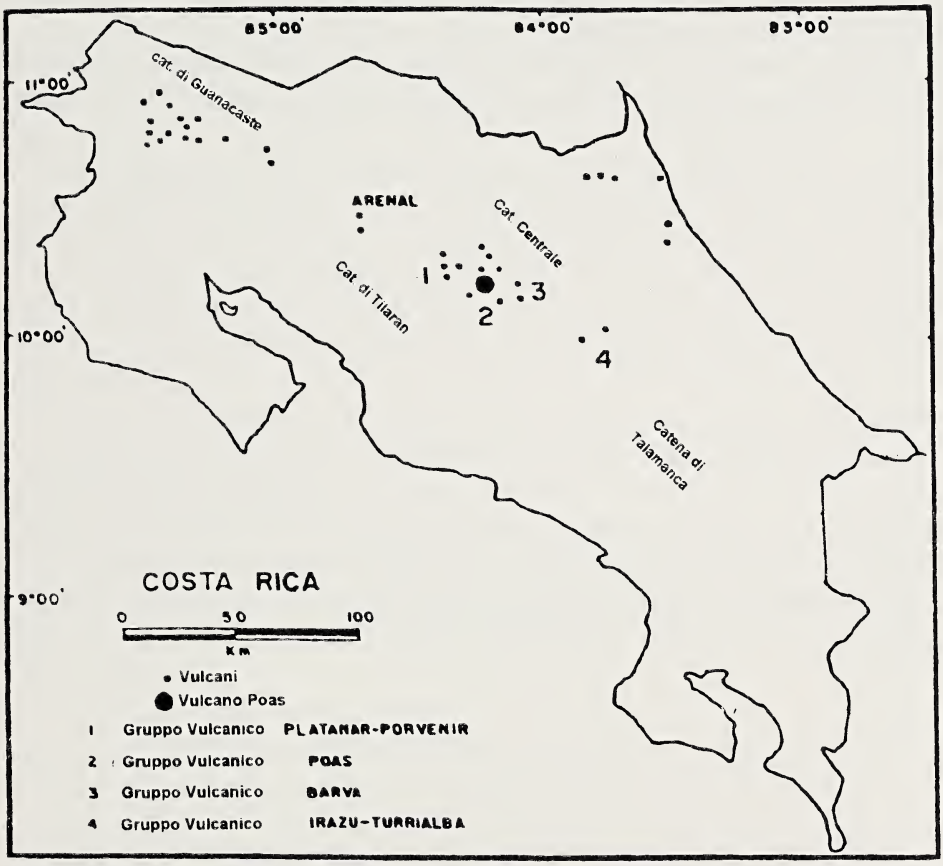


FIGURA 1 – Mappa generale della Costa Rica con le principali cordigliere e gli edifici vulcanici

Il primo, l'Arenal, in riposo almeno dall'arrivo dei conquistatori spagnoli, all'inizio del secolo XVI, aveva ripreso la sua attività, apparentemente all'improvviso, nel luglio 1968 con una fase violentemente esplosiva: solo dopo fu rilevato che gli avvertimenti per una prossima ripresa dell'attività del vulcano c'erano stati (infatti si erano avuti riscaldamenti

delle acque minerali, comparse di fumarole nella zona, ecc.) ma erano passati inosservati perché il vulcano era considerato ormai del tutto spento. Alla fine dello stesso anno 1968 dopo l'alternarsi di fasi esplosive ed effusive, ebbe inizio un'emissione di lava che, quasi senza soluzione di continuità, si protrasse, per oltre sedici anni, fin dopo il 1984 con la sovrapposizione di numerosi flussi lavici per più di un milione di metri cubi complessivi di materiale.

Questo centro si presentava, all'inizio della nostra attività, particolarmente adatto a studiare il comportamento reologico delle correnti laviche cosa che riuscì molto utile per analizzare il tentativo di deviazione delle lave dell'Etna che fu messo in atto nel maggio 1983. Esso infatti permise di rendersi conto, sia dal punto di visto teorico e, ancor più, sperimentale, che il tentativo messo in atto in Sicilia, non aveva alcuna base scientifica che potesse giustificarlo: la cosa fu scritta ma non poteva essere presa in considerazione da chi era occupato a spendere i dieci milioni di dollari messi a disposizione dagli organi governativi che da parte loro, non volevano contrastare un'azione demagogica per non essere accusati di insensibilità nei riguardi di popolazioni minacciate nei loro averi e nelle loro vite. C'è da aggiungere che proprio sull'Etna, particolarmente da parte di gruppi inglesi, erano state realizzate, negli anni precedenti il tentativo di deviazione, specifiche ricerche sperimentali che avrebbero potuto essere di guida all'esperimento sull'Etna, come lo erano state alle ricerche sull'Arenal. Il tentativo di deviazione, invece, fu portato avanti "alla carlona", senza, cioè, alcun piano confortato da studi preliminari teorici o sperimentali.

3. – Il vulcano Poàs e la sua attività

L'altro vulcano che presentava interessi, anche sul piano pratico, e che meritava che venisse studiato era il Poàs. Questo, situato non lontano dalle zone abitate, era stato scoperto come vulcano attivo soltanto nei primi decenni dell'800 quando, cercatori di zolfo, scoprirono che le sue pareti erano cosparse in abbondanza di tale elemento e che l'attività "solfatarica" in atto contribuiva sempre più a farne aumentare la quantità, che essi si affrettavano a farla diminuire.

Dalla metà dell'ottocento l'attività del vulcano è stata seguita nel suo svolgimento piuttosto assiduamente perché cercatori di zolfo si trasformarono in guide di accompagnamento per coloro che volevano osservare i

fenomeni che vi si svolgevano. Perciò esiste un abbondante bibliografia che ha permesso di dedurre un quadro piuttosto preciso di tutta la sua attività.

Prima però di parlare di ciò è opportuno dare qualche sommaria indicazione sulla conformazione del centro eruttivo, che non presenta una "siluette" paragonabile a quella dell'Arenal. Il Poàs si presenta come un massiccio vulcanico, ampio e uniforme, che occupa la parte centrale della sezione nord-est della Cordigliera Centrale ed è costituito da crateri, caldere e coni parassiti allineati approssimativamente in direzione Nord-Sud.

Morfologicamente presenta pendenze, piuttosto lievi, nel versante sud-orientale. Il complesso, che si eleva dalla quota di 1.200 metri della base fino ai 2.700 della cima, è composto da strati di piroclasti, correnti di lave andesitiche e andesitibasaltiche, tufi e ignimbriti. I depositi più recenti sono rappresentati da correnti di fango e al di sopra di queste, principalmente verso la cima del vulcano, si trovano strati di piroclasti e ceneri recenti.

La parte sommitale è costituita da una serie di depressioni calderiche, coni vulcanici e crateri che risultano allineati con le direttrici principali della tettonica regionale.

In particolare la caldera attiva è formata da una depressione approssimativamente circolare con una profondità di circa 150 metri e un diametro di 1.200 metri. Internamente si distinguono quattro unità morfogenetiche principali: il pianoro orientale; il lago craterico; un domo lavico; e la spiaggia.

Il pianoro è un ampio terrazzo di 500 metri di larghezza, situato a circa 100 metri dal fondo della caldera e sostenuto da una corrente lavica di una trentina di metri di spessore.

Nel settore settentrionale del fondo calderico si trova un lago che rappresenta l'ultima apertura craterica del vulcano, per cui è indicato come "lago craterico". Le sue acque presentano caratteristiche che non sono variate notevolmente negli ultimi due secoli: acidità e temperatura notevolmente elevate, la prima caratterizzata da un pH < 1 e la seconda variabile in funzione, principalmente, dei fattori meteorologici fra i limiti 30 e 65 °C.

La spiaggia occupa l'area meridionale dove si sono accumulati i depositi lacustri recenti. Fra questa e il lago si è impiantata nel corso di una eruzione, con attività effusiva, verificatasi nel 1953 una cupola lavica ricoperta attualmente da uno strato di materiale piroclastico. Durante la

stessa eruzione (precisamente con la fase effusiva del 22-23 maggio 1953) il lago si essiccò completamente e cominciò a riformarsi dopo 8-9 anni.

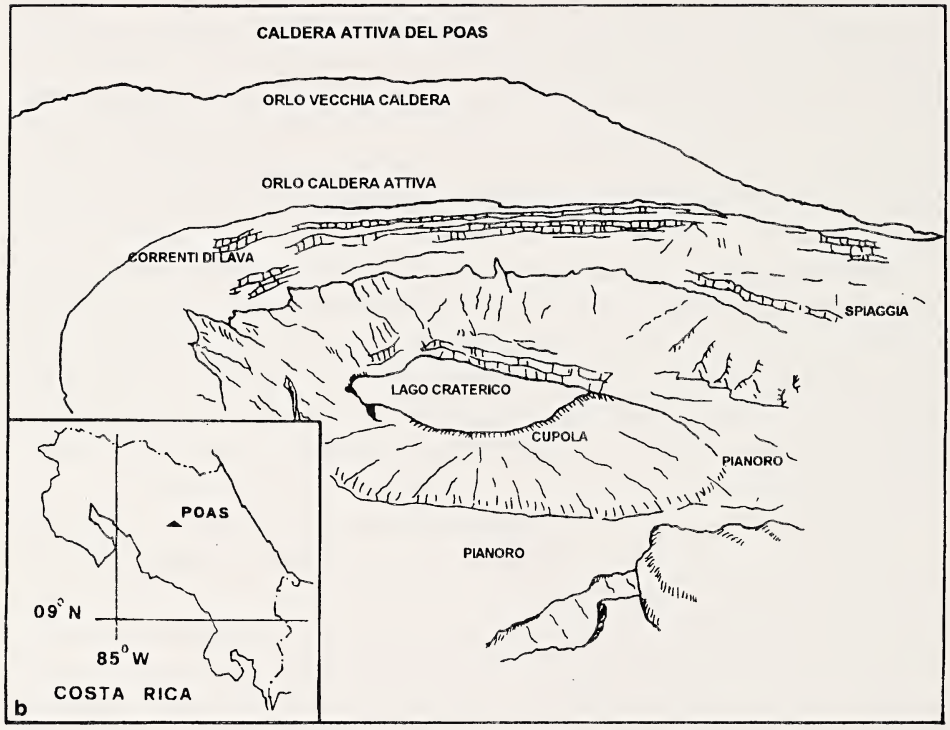


FIGURA 2 – Schizzo della caldera attiva del Poàs. Si osservano le quattro unità morfogenetiche descritte nel testo

Attualmente alla base di questa cupola lavica, nella parte che si immerge nel lago si è concentrata l'attività fumarolicosolfatarica; mentre l'attività che è stata osservata da quando il vulcano è stato scoperto (1828) si è sempre sviluppata nelle acque del lago.

Le pareti verticali della caldera presentano una chiara esposizione di sequenze litologiche che hanno permesso una precisa ricostruzione della loro storia ed evoluzione.

L'evento vulcanico più antico sembra che sia rappresentato da una serie di violenti eruzioni esplosive di tipo pliniano, caratterizzate da nutriti lanci di bombe e scorie laviche anche pomicee. Nel corso di questa fase si formò un ampio cratere nel quale successivamente si formò un lago di lava trasformatosi poi in lago craterico nel quale si ebbe la deposizione di argilla, limo, arena, detriti e materiale vulcanico che ha subito trasforma-

zioni naturali. Il deposito raggiunse una potenza di quaranta metri complessivi. La presenza in esso di abbondanti quantità di zolfo, sia in particelle microscopiche, sia in grandi masse di aggregati cristallini fino a dimensioni di 80 cm, lascia dedurre che i processi sviluppatisi nel corso del deposito erano probabilmente molto simili a quelli che sono stati osservati negli ultimi tempi, e che sono caratterizzati appunto da una elevata produzione di zolfo.

Seguì un secondo ciclo eruttivo con la formazione di brecce piroclastiche e forti effusioni laviche che formarono le ampie terrazze che si osservano adesso e che fluirono anche nelle zone interne al cratere che contribuirono a formare un successivo lago di lava.

Una nuova fase lacustre seguì nel tempo generando altre sequenze sedimentarie molto simili alle precedenti. L'attività si caratterizzò per essere prevalentemente di tipo esplosivo con piccole eruzioni freato-magmatiche che si alternavano con le più comuni di tipo freatico. I depositi di questa epoca sono messi in evidenza dalle sezioni ricavate nel versante meridionale della caldera.

Un terzo ciclo eruttivo si verificò nel 1953 e riproduce, seppure in piccolo, i cicli precedenti: esplosioni con formazione di scorie laviche, effusioni di lava e formazione di lago di lava intracraterico. Inoltre con la estrusione di una massa lavica molto viscosa si formò una cupola sulla frattura di effusione interponendosi tra il lago e la spiaggia.

Come già si è detto le osservazioni dei visitatori della zona hanno lasciato descrizioni molto precise su quanto da essi osservato e che hanno permesso di formare un quadro piuttosto preciso dell'attività sviluppata dal Poàs che può essere riassunta nel seguente modo:

a) attività fumarolica e/o solfatarica;

b) ad essa si sovrappongono frequenti sbuffi di fango;

c) e più raramente esplosioni freatiche (impropriamente classificate nella letteratura come "esplosioni geyseriformi");

d) a più lunghi intervalli di tempo si hanno eruzioni freato-magmatiche ed anche effusioni di lava.

L'attività fumarolico-solfatarica nel corso dei tempi si è sviluppata su tutta la superficie del lago craterico, dall'eruzione del 1953 essa si è concentrata alla base della cupola lavica che si formò in quella occasione e in modo particolare sulla sponda meridionale del lago.

Gli sbuffi di fango si verificano in tutti i punti della superficie del lago, in modo particolare al centro di esso e sono dovuti ad improvvisi solleva-

menti di parte del fondo che attraversando l'acqua sovrastante producono movimenti ondosi più o meno forti. Normalmente questi sbuffi precedono le esplosioni freatiche. Non è certamente per motivi semantici che si precisa che è erroneo classificare le esplosioni freatiche notate al Poàs come "geyseriforme" in quanto esse mancano della caratteristica principale dei geysers, rappresentata dalla regolarità sia dell'intervallo fra una esplosione e la successiva sia dalla potenza delle emissioni di acqua e quindi delle altezze massime raggiunte dal materiale espulso. Si sa, ad esempio che i più classici esempi di geysers osservati per anni hanno continuato ad esplodere con lo stesso intervallo di tempo fra le esplosioni successive (i geyser che si sfruttano dal punto di vista turistico hanno le ore delle visite fissate appunto in coincidenza con quelle in cui si ha l'esplosione). Anche l'altezza massima raggiunta dalla colonna dell'acqua emessa è sempre la stessa fino a quando non sono intervenute variazioni nella conformazione del condotto che hanno determinato variazioni sia nel ritmo delle esplosioni sia nelle altezze massime raggiunte dall'acqua espulsa.

Invece le altezze raggiunte dall'acqua mista a fango emessa nelle esplosioni del Poàs sono le più varie: da quelle che hanno superato appena il livello del lago a quelle che hanno raggiunto le decine e anche centinaia di metri. In generale l'altezza massima si valuta di poco superiore ai 500 metri e si rendono visibili per buona parte della zona centrale del paese, compresa la capitale San José. Caratteristica in queste esplosioni è la formazione di un collare bianco al di sotto della cima a forma di cappello detto perciò "sombrero" che quando il materiale emesso ricade sulla terra si risolleva formando delle nubi caratteristiche.

Anche per gli intervalli sono stati notati i valori più differenti: viaggiatori che hanno sostato al bordo del lago per qualche tempo hanno parlato di intervalli di tempo fra un'esplosione e l'altra anche di qualche secondo e, a volte di pochi minuti fra le esplosioni che si verificavano in distinte zone del lago; altri hanno riferito di intervalli di ore, e si hanno elementi per affermare che si sono avuti intervalli di giorni e perfino di mesi.

Ciò ha lasciato dedurre che il meccanismo responsabile delle esplosioni osservate al Poàs non può essere lo stesso di quello che determina i "geysers".

Alle esplosioni freatiche si interpongono più raramente eruzioni freato-magmatiche intendendo con questo termine le forti esplosioni che si sono avute nella zona del lago craterico del Poàs. Tali eruzioni sono di tipo "pliniano" (più precisamente a condotto chiuso) e nel materiale emesso, contrariamente a quanto avviene per le esplosioni freatiche, pre-

vale quello juvenile, cioè materiale più direttamente collegato alla presenza di masse magmatiche più o meno profonde, con la presenza di notevoli quantità di materiale sulfureo, prevalentemente sotto forma dell'elemento zolfo puro anche se non mancano i solfuri sia cristallini (di colore giallo) sia amorfi (di colore verde). Questo materiale, oltre che come bombe vulcaniche, si presenta anche sotto forma di notevoli stalattiti, stalagmiti e grandi placche di incrostazioni.

Esse sono spiegate con il fatto che lo zolfo liquido viene trasportato dai gas che risalgono dalle profondità nel condotto vulcanico e si raccolgono in tasche più o meno grandi di zolfo liquido durante il percorso. L'accumulo è favorito dall'immiscibilità fra l'acqua e lo zolfo e dall'aumento della viscosità con il variare della temperatura: infatti la viscosità dello zolfo raggiunge il valore massimo per temperature comprese fra i 159-200 °C. Le tasche stesse si possono riunire per formare masse più grandi, fino a dimensioni di 1 metro di diametro. Nel corso delle esplosioni le masse di zolfo liquido vengono proiettate e con la contaminazione di materiali metallici possono formare zolfo verde amorfo, mentre quello giallo cristallino che si trova su blocchi eruttati si produce dalla distillazione dei vapori di zolfo e dall'ossidazione di H_2S.

Questo zolfo si trova nelle solfatare e riempie o aderisce alle fratture della cupola di lava. Poiché parte di questa lava è eruttata in blocchi durante le esplosioni la resistenza dell'aria sui blocchi eruttati impedisce allo zolfo di distaccarsi per la sua alta viscosità, dovuta alla temperatura-posseduta dal blocco stesso. Quando questa, però, scende al di sotto dei 159 °C, la viscosità diminuisce improvvisamente e lo zolfo può scorrere al suolo sotto forma di stalattiti, stalagmiti e placche più o meno grandi di incrostazioni.

La più violenta eruzione freato-magmatica si è avuta nel mese di gennaio del 1910 con la quale si concluse un periodo di esplosioni freatiche che dall'inizio del secolo era andato man mano intensificandosi, per potenza delle singole esplosioni e per l'aumento della frequenza di esse fino a concludersi con l'eruzione del pomeriggio del 25 gennaio 1910. Essa durò soltanto una mezz'ora; l'altezza massima raggiunta dal materiale emesso in questa occasione fu intorno agli 8 Km.

Fra il materiale emesso in questa occasione furono notati anche ammassi di zolfo, nelle forme prima giustificate (stalattiti, stalagmiti, e placche di incrostazioni).

Ancora più rare sono le eruzioni con effusioni di lava. Un cenno particolare merita l'eruzione che si sviluppò nel 1953, quando dopo un'al-

tra intensificazione dell'attività freatica all'inizio dell'anno si notarono nel materiale espulso blocchi e bombe di lava incandescente. In questa occasione si formò anche la cupola di lava alla quale si è accennato prima, ma cosa più caratteristica fu che le esplosioni dei blocchi di lava incandescenti non avvennero solo verticalmente ma secondo direzioni oblique comprese in angoli azimutali limitati. Cioè furono dello stesso tipo che si ebbero nel corso dell'eruzione del Monte Nuovo del 1538 e che De Lorenzo qualificò "eruzioni oblique" mentre Lacroix, eruzioni dello stesso tipo ha definito "eruzioni dirette". Da questa dizione è derivata quella inglese di "directed volcanic blast", da cui anche la nostra di "esplosioni dirette" che qualche italiano erroneamente preferisce alle "eruzioni oblique". Tralasciando queste discussioni che pure se vogliono dare un'idea della natura dell'esplosione nel caso in esame non servono allo scopo della nostra discussione.

4. – Indagini chimiche e fisiche sul Poàs

Ritorniamo al fatto che le esplosioni notate al Poàs non rientrano nel meccanismo dei geyser e allo scopo di cercare capirne qualcosa di preciso, all'inizio del 1980 fu preparato un piano di studio sul fenomeno; poiché questo aveva luogo in un lago dalle caratteristiche particolari si rese necessario uno studio fisico-chimico sulle acque del lago craterico e sulle loro variazioni spaziali e temporali.

Il lago è situato in una depressione quasi circolare, con un diametro di circa 400 metri nella zona nord della caldera attiva, con una profondità di circa 30 metri. Non si conosce, però, la profondità massima. Il livello presenta un'oscillazione annuale collegata alla piovosità con una ampiezza piuttosto varia da 1-2 metri fino a 10.

Con la collaborazione dei geochimici dell'Istituto Costarricense de Electricidad (ICE) (corrispondente al nostro ENEL) furono realizzati, nel periodo ottobre 1980-agosto 1981 regolari prelievi delle acque del lago sulle quali furono effettuate analisi di laboratorio. Invece di perderci nel descrivere le modalità dei prelievi e delle analisi si passa a dare i risultati principali di esse, precisando che furono presi in considerazione la temperatura delle acque, il valore del pH e la concentrazione ionica dei principali metalli, di qualche elemento non metallico (quali il Cloro e il Boro) e di alcuni composti (come SO_4, HCO^{-3}, SiO_2). (Vedi Tabella 1).

TABELLA 1 – Analisi chimiche (p.p.m.) e temperature (T°C) delle acque del lago Poàs (1-9) confrontate con le acque freatiche della zona (10) e con quelle del Copahue (11); i valori della colonna "M" rappresentano i valori medi dei campioni prelevati esclusi quelli relativi al n° 3 per i motivi esposti nel testo, quelli della colonna "r" sono i coefficienti di correlazione fra i singoli ioni e il valore della temperatura T°C. I campioni sono stati raccolti alle seguenti date: 1) 24 ottobre 1980; 2) 21 novembre 1980; 3) 15 dicembre 1980; 4) 10 febbraio 1981; 5) 2 marzo 1981; 6) 11 marzo 1981; 7) 7 maggio 1981; 8) 6 agosto 1981; 9) 31 agosto 1981.

camp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	M	r
T°C	–	42.5	22	40	37	44	49	44	48	14.1	30	43.5	–
pH	< 0	–	1.05	< 0	0.27	0.10	0.20	0.17	0.15	7.5	–	0.175	–
Na^{+}	2460	1890	211	1395	1140	1150	1400	765	750	4.4	135	1369	0.55
K^{+}	427	485	80	455	347	559	230	468	454	2.6	51	428	0.64
Ca^{+2}	979	1015	329	775	772	1020	1010	840	970	11.9	273	835	0.94
Mg^{+2}	1645	1560	295	1235	1033	1160	1290	1265	1180	3.3	151	2068	0.86
Fe^{+3}	2606	2410	420	2010	1470	1860	1867	2220	2120	0.0	290	4642	0.70
Al^{+3}	6695	6300	365	4970	3580	4400	4200	3470	3520	0.0	tr	0.3	0.81
Li^{+}	0.5	0.4	0.1	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.0	–	4.1	0.47
Rb^{+}	7.4	4.0	0.8	2.6	3.1	4.1	9.0	1.1	1.1	0.0	–	–	–
Cu^{+2}	2.1	1.3	0.8	0.5	–	0.2	0.2	–	–	0.0	–	–	–
Zn^{+2}	4.6	6.1	0.4	4.2	–	4.0	–	–	–	0.0	–	–	–
Mn^{+2}	75	63	–	60	–	59	62	–	–	0.0	6650	18358	0.79
Cl^{-}	20170	21421	3246	19562	15309	18900	14256	18687	18814	3.4	26702	58327	0.74
SO_4^{-2}	60222	77073	10282	65657	45910	59950	53800	53400	50600	12.6	–	–	–
HCO^{-3}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47.2	–	–	–
B	9.9	9.6	–	11.0	–	9.2	–	–	–	tr	–	–	–
SiO_2	273	302	65	291	165	170	279	240	320	41.6	406	255	0.82

Le variazioni spaziali della temperatura dell'acqua e delle concentrazioni totali e parziali dei singoli elementi sciolti hanno manifestato andamenti costanti e paralleli con i valori leggermente più alti per i campioni prelevati nel versante sud del lago, in prossimità della cupola lavica, rispetto a quelli effettuati negli altri versanti.

Per le variazioni temporali si osserva lo stretto parallelismo degli andamenti temporali dei diversi parametri per cui sono stati calcolati i coefficienti di correlazione fra i valori delle singole concentrazioni ioniche e quelli della temperatura. I valori molto bassi, per tutti i parametri, relativi al 15 dicembre 1980 sono dovuti ad un violento acquazzone del giorno precedente.

Pur non avendo potuto mettere in relazione l'andamento dei parametri osservati con la piovosità locale per la mancanza di una stazione pluviometrica nella zona; né si è potuto rilevare con continuità la variazione del livello del lago data l'irregolarità delle rive, tuttavia si è potuto dedurre lo stretto rapporto fra i valori della temperatura del lago e le concentrazioni chimiche dei diversi prodotti disciolti con la quantità di acqua contenuta nel lago. Questa conclusione si deduce dal parallelismo di tutti gli andamenti, e in particolare dal contemporaneo brusco abbassamento del 15 dicembre 1980, ed è confermato dalle analoghe osservazioni realizzate negli anni 60 nel lago craterico cileno del Copahue. In questo fu possibile mettere in relazione la concentrazione dello zolfo e la temperatura dell'acqua del lago con l'altezza del livello dell'acqua stessa. Anzi fu possibile dedurre anche le leggi che giustificavano gli andamenti dei parametri.

Si deve perciò concludere che, nei due casi, l'attività vulcanica produce sempre la stessa quantità sia di calore sia degli elementi chimici che si sciolgono nell'acqua mentre la temperatura e le concentrazioni variano in proporzione inversa alla quantità di acqua che deve essere riscaldata e che scioglie gli elementi in essa emessi: quantità di acqua che varia per cause meteorologiche (piogge, nei due casi, e fusione delle nevi che si aggiunge per il Copahue) non certamente di natura vulcanica.

Si tralasciano altri elementi dedotti ma che non hanno un collegamento diretto con quanto qui si vuole trattare.

5. – Indagini geomagnetiche

Sempre al fine di indagare sul meccanismo dell'attività del Poàs furono progettate delle misure sulle variazioni spaziali e temporali del campo geomagnetico locale nel cratere attivo del vulcano.

Con un magnetometro Askania GFz furono eseguite misure in più di 1.000 stazioni ubicate sul bordo superiore e sul fondo della caldera. Tra-

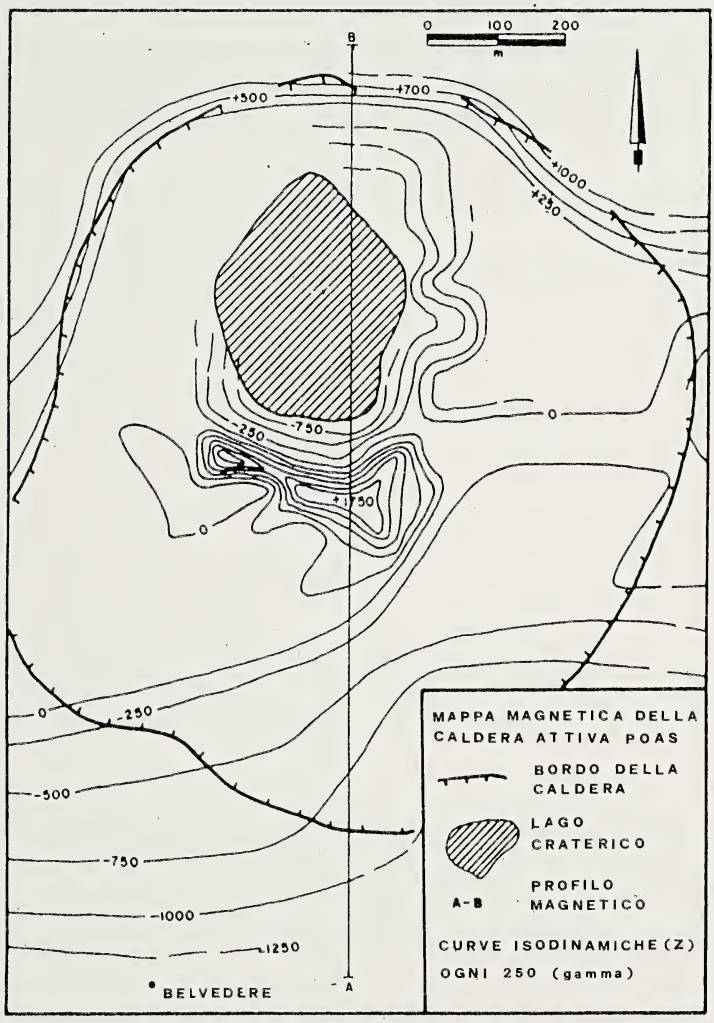


FIGURA 3 – Mappa magnetica della caldera del Poàs

lascio dal riferire tutte le correzioni apportate alle misure realizzate in tempi diversi per assicurare che tutte le misure fossero ridotte alle stesse condizioni di tempo e luogo di modo che i risultati ottenuti rappresentavano le variazioni del campo geomagnetico locale. Come risultato finale delle osservazioni geomagnetiche fu ricavata la mappa riportata nella fig. 3.

L'osservazione principale che si può fare si riferisce alla presenza di un forte massimo magnetico nella zona situata a sud del lago dove cioè si formò la cupola lavica durante le manifestazioni del 1953.

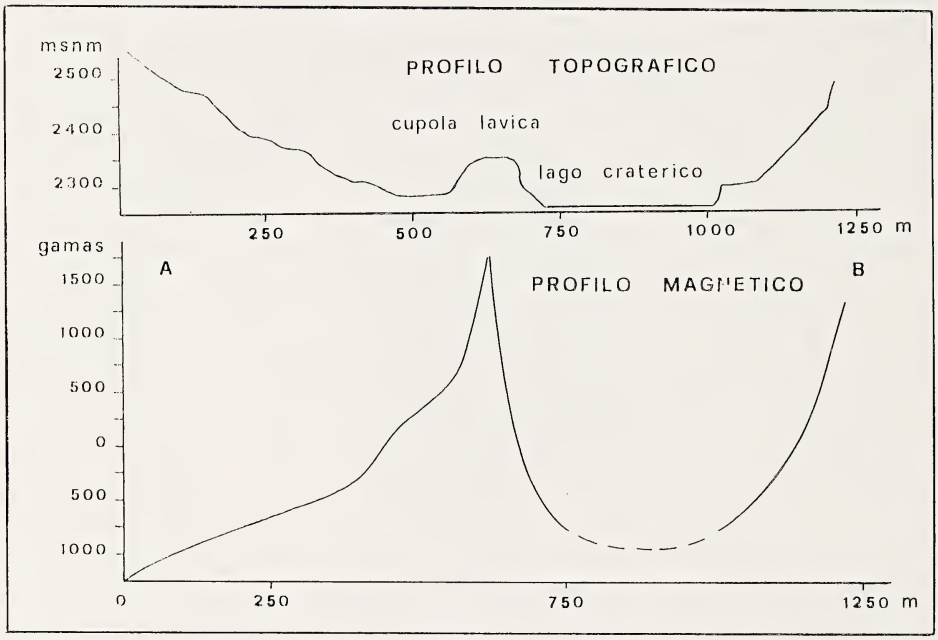


FIGURA 4 – Profili magnetico e topografico della stessa caldera.

Il confronto del profilo geomagnetico con quello topografico permette di confermare che il massimo è dovuto alla presenza della massa emessa nel 1953 o, viceversa, che la cupola è formata da una massa magnetica e non da accumulo di materiale sciolto come era stato ipotizzato in un primo tempo.

Inoltre la figura del massimo magnetico permette di precisare che l'estrusione si verificò in direzione ONO-ESE con un restringimento più o meno perpendicolare a tale direzione verso l'estremità orientale della cupola. Queste direzioni corrispondono alle strutture regionali della zona, principalmente l'allineamento dei vulcani.

Il minimo relativo in corrispondenza con la posizione del lago lascia dedurre l'assenza di "masse magnetiche" a piccole profondità a favore della presenza invece di strati sedimentari di natura piroclastica.

Presenza di masse laviche (magnetiche) sono invece messe in evidenza dal forte gradiente positivo localizzato in prossimità del bordo settentrionale della caldera.

Furono programmate anche le osservazioni per le variazioni temporali del campo geomagnetico nella caldera del Poàs; in particolare furono scelte 34 stazioni nelle quali i rilievi periodici avrebbero dovuto far dedurre, con le opportune correzioni diurne e annuali, gli andamenti richiesti.

Qui si riferisce soltanto su quanto dedotto nelle stazioni situate in prossimità della zona fumarolica.

Infatti all'inizio del 1981 in tale zona fu notato un anomalo aumento della temperatura che dai valori massimi di circa 92 °C, corrispondente alla temperatura di ebollizione dell'acqua alla quota del lago, del dicembre 1980 aumentò gradualmente fino a raggiungere i 960 °C nel mese di marzo 1981 per conservarli fino a novembre dello stesso anno quando la temperatura cominciò lentamente a diminuire fino a riprendere i valori normali entro un paio di anni.

Si precisa che queste variazioni non ebbero alcuno effetto sensibile sulla temperatura delle acque del lago, però spinsero a ridurre le osservazioni sull'andamento temporale del campo geomagnetico alla sola zona interessata dall'aumento della temperatura.

I risultati delle osservazioni sono riassunti nella Fig. 5 dove si deduce che l'anomalia temporale risultò significativa a partire dal 17 agosto 1981 nelle stazioni 31, 32 e 33, evidenziandosi poi in tutte quelle considerate il 31 gennaio 1982.

In ogni punto l'anomalia raggiunse il suo valore massimo in tempi differenti in dipendenza dalla sua distanza dal "punto più caldo" e cominciando a diminuire progressivamente nel tempo in forma simile alla diffusione dell'onda. Ciò indica che l'aumento della temperatura produsse una smagnetizzazione delle rocce, inizialmente ristretta e superficiale, che successivamente andò allargandosi.

L'ampiezza dell'anomalia e la sua estensione spaziale suggeriscono che la smagnetizzazione si propagò in modo ristretto e a profondità non superiori a qualche decina di metri.

Al prodursi dell'anomalia magnetica poco dopo il forte incremento della temperatura verificatosi nel periodo gennaio-marzo 1981 nella zona nord-est della cupola lavica, permette di indicare nell'aumento della temperatura la causa della smagnetizzazione. In questo modo lo sviluppo dell'anomalia può essere giustificato in tutti i dettagli.

L'incremento della temperatura, causato con tutta probabilità dalla risalita di una maggiore quantità di gas magmatici, come fu subito ipotiz-

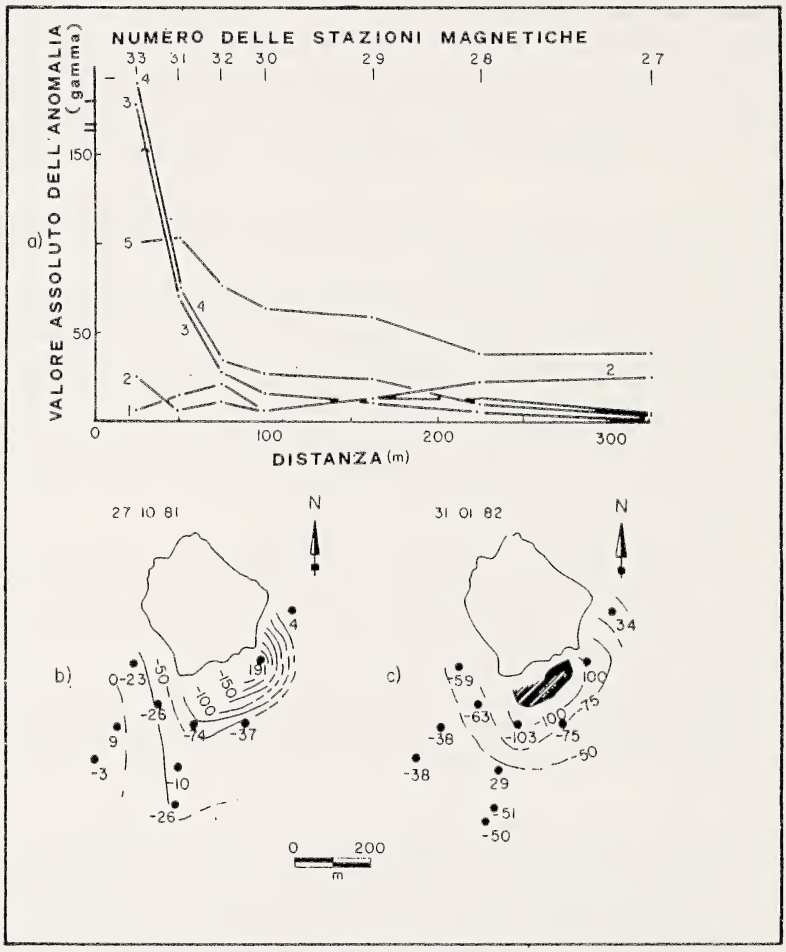


FIGURA 5 – Variazioni temporali dell'anomalia magnetica calcolata rispetto al valore dedotto per il 7 marzo 1980 e legata all'incremento della temperatura osservata a partire dal dicembre 1980. Le curve riportate nella sez. a sono state osservate nelle stazioni 27–33 nei giorni a fianco di ognuna indicati:

curva	giorno di misura
1	20 marzo 1980
2	24 aprile 1980
3	17 agosto 1981
4	27 ottobre 1981
5	31 gennaio 1982

La sez. b rappresenta l'anomalia registrata il 27/10/1981.
La sez. c rappresenta l'anomalia registrata il 31/1/1982.

zato, produsse il riscaldamento delle rocce vicine e la loro smagnetizzazione generando un'onda termica, registrata magneticamente, che si estese verso l'esterno sia per il propagarsi dei fluidi magmatici sia per semplice conduzione.

6. – Attività sismica nel cratere del Poàs

L'andamento dell'attività sismica presso un vulcano attivo è l'elemento che più di ogni altro permette di seguire l'attività vulcanica, per cui fu proprio tale attività che fu programmata di registrare nel cratere del Poàs. In particolare furono installati, nell'interno della caldera attiva e a una distanza media intorno ai mille metri dalla cupola lavica, tre componenti verticali del sismografo Sprengneter MQ 800, con un registratore unico posto sul bordo della caldera nella zona detta "Mirador del Poàs", dove funzionò fino al dicembre 1980, per essere successivamente spostato nel "Centro Visitantes" del Servizio del Parco Nazionale del Vulcano Poàs.

Fino alla metà di luglio 1980 furono registrati in media 4-5 sismi locali al giorno insieme a un numero quasi doppio di microsismi di origine vulcanica e ad altrettanti collegati a piccole alterazioni dell'equilibrio idrodinamico degli acquiferi superficiali simili a quelli notati nelle grotte tufacee flegree. Il 14 luglio 1980 vennero registrati due gruppi di sismi aventi la differenza S – P rispettivamente intorno ai 18, un gruppo, e 22 secondi, l'altro. Questa caratteristica lasciò dedurre che si trattava di sismi regionali. Infatti fu accertato che gli abitanti della Penisola del Pappagallo, situata a poco più di 150 Km dal Poàs avevano avvertito sismi con l'intensità del IV grado Mercalli, nello stesso giorno ed ore delle registrazioni.

Nei giorni successivi non fu notato alcunché di particolare fino al 27 luglio quando a partire dalle ore 7 del mattino cominciò a registrarsi una notevole, per numero ma non per intensità, crisi sismica locale. I sismi susseguendosi a brevissimi intervalli si sovrapponevano gli uni agli altri: ciò che impedisce non solo l'analisi delle singole registrazioni ma anche il conteggio preciso per cui si è dovuto ricorrere ad uno molto approssimato dal quale è risultato che nelle prime ore le scosse registrate superavano il numero di 300 per ora diminuite dopo circa dodici ore a circa 120 per ora.

Se non è stato possibile effettuare un'analisi particolare dei singoli sismi della crisi si è potuto accertare che i sismi erano di origine assolutamente locale, cioè la zona epicentrale era sicuramente localizzata nell'interno della caldera del Poàs. Infatti il valore della differenza (S – P) è

stato sempre dedotto dell'ordine di 2-3 secondi. Ciò che sta a indicare che per un valore del coefficiente di Omori intorno a 5 la distanza ipocentrale dei singoli sismi è stata, in genere, inferiore ai 10 Km, per cui è probabile che l'ipocentro sia stato sempre interno alla caldera.

La diminuzione del numero dei sismi continuò con andamento esponenziale tanto che al mattino del 30 luglio sembrava che stesse per concludersi, quando alle ore 9,50 fu registrato un altro sisma regionale ($S - P = 22^s$) che provocò un immediato incremento del numero dei sismi, seguito da una successiva diminuzione. Il 1° agosto furono registrati 2-3 eventi per ora e nello stesso giorno la crisi poteva dirsi conclusa.

7. – I particolari fenomeni del 1980-81 al Poàs

Esiste un preconcetto molto diffuso per cui qualsiasi manifestazione che si osserva in un'area vulcanica, chiaramente attiva o meno, sia da mettere in relazione con il magmatismo della zona, anche se limitato al semplice movimento di sacche magmatiche.

È questo il motivo per cui il bradisismo flegreo è stato collegato alla risalita in superficie di masse magmatiche residue di quelle che per il passato sono state responsabili delle attività prossime e remote. Ciò portò, da una parte, a prevedere, in linea seppure ipotetica, la possibilità di ripetizione di uno dei tanti eventi catastrofici già verificatisi e, dall'altra, a trascurare elementi molto convincenti che rendevano questo meccanismo inaccettabile. Infatti non si prese in considerazione che una risalita di masse magmatiche sottostanti lo strato superficiale prima di produrre il sollevamento dello strato stesso ne avrebbe determinato il suo schiacciamento: come indicavano le leggi dell'elasticità dei corpi rigidi e come fu dimostrato dai calcoli eseguiti in funzione dei parametri noti del magma. Senza considerare quale sarebbe stata dal punto di vista termico l'influenza della risalita della massa magmatica.

Analogamente, in Costa Rica, quando ci fu il subitaneo aumento termico nella zona fumarolica del cratere del Poàs fu avanzata l'ipotesi della risalita di una massa magmatica sicuramente presente nelle zone sottostanti l'area dell'incremento termico. Si deve riconoscere che in questo caso l'accettazione del preconcetto prima indicato dimostrò un'inerzia mentale ancor più grave perché non si vollero tener presenti elementi contrari all'ipotesi del movimento magmatico molto più manifesti e convincenti di quelli avanzati in occasione del bradisismo flegreo: comune con la spiegazione del bradisismo flegreo fu il comodo adagiarsi

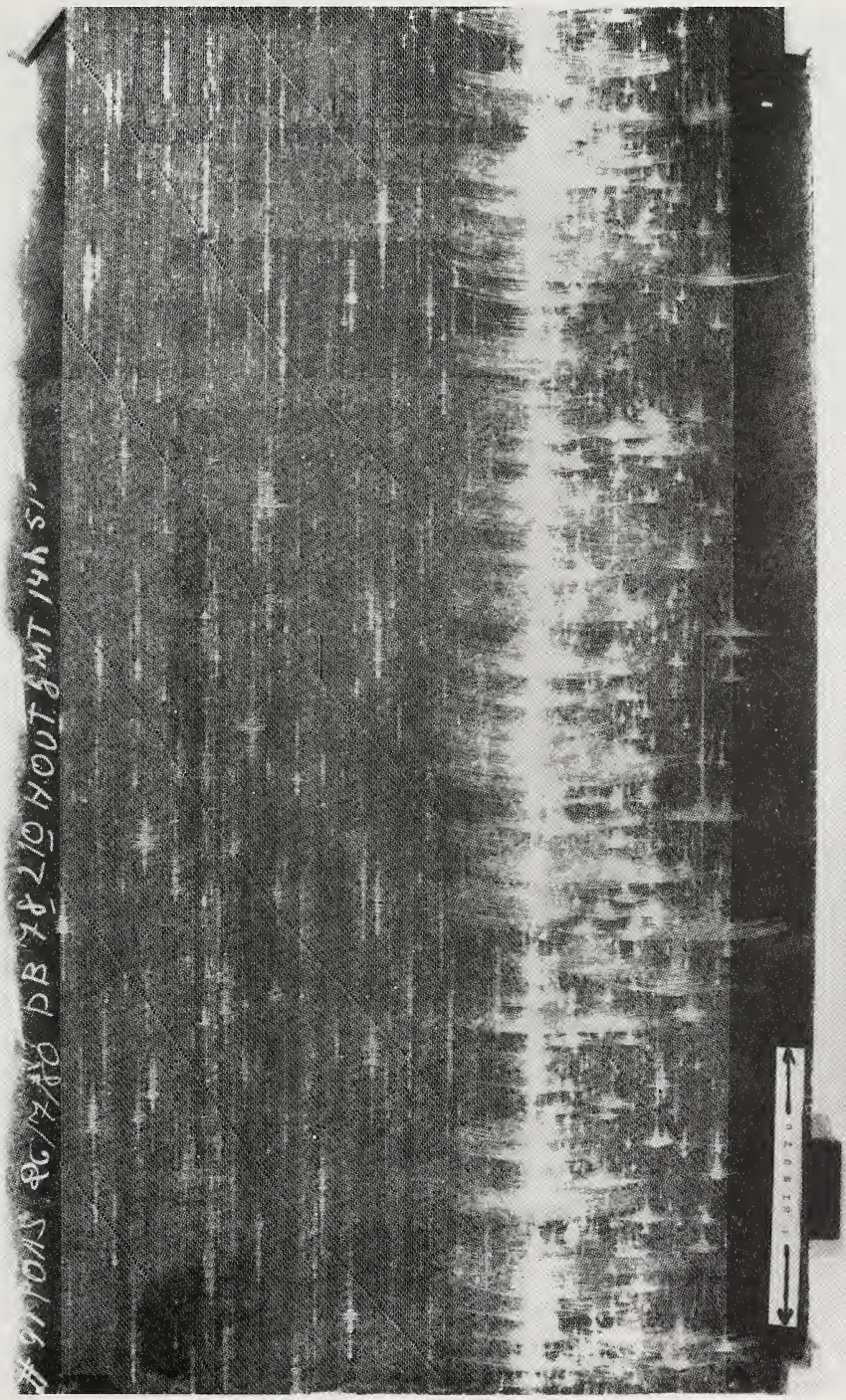


FIGURA 6 – Sismogramma del 27 luglio 1980 con l'inizio della crisi sismica locale, alle ore 7 circa, e caratterizzata da numerosi eventi che accavallandosi impediscono non solo l'analisi ma anche il conteggio preciso degli eventi

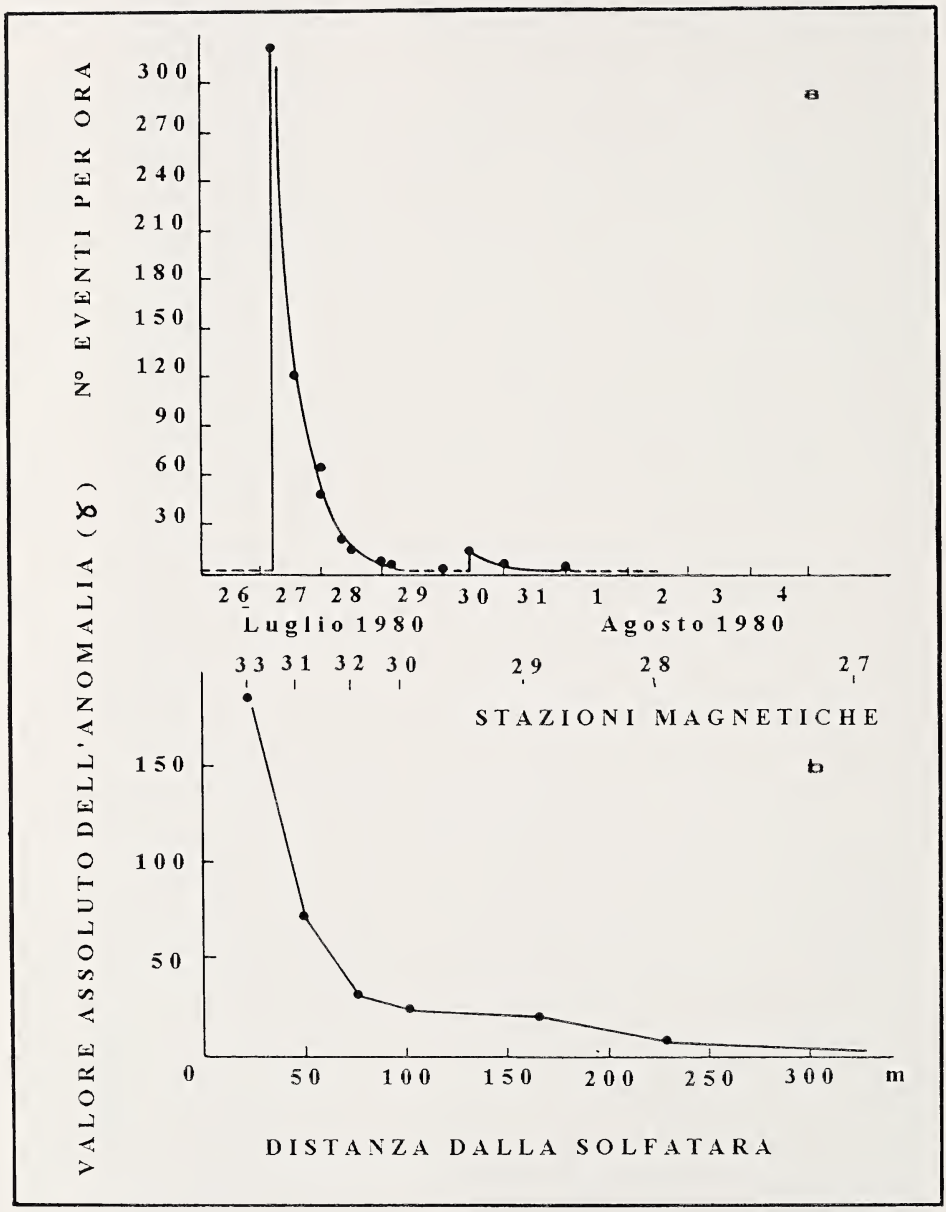


FIGURA 7 – Andamenti temporali: a) del numero degli eventi della crisi sismica; b) del valore assoluto dell'anomalia magnetica

sui preconcetti anche per una indolenza intellettuale. Infatti, rigettando l'indolenza e facendo funzionare un poco il cervello sarebbe stato facile convincersi che un sollevamento magmatico avrebbe dovuto produrre altri effetti macroscopici di cui non si ebbe alcuna prova: ad esempio non si notò alcuna deformazione superficiale (schiacciamento, innalzamento, fratturazioni, ecc.) che pure non potevano mancare; inoltre anche le acque del lago avrebbero dovuto risentirne in modo più evidente da raggiungere l'ebollizione almeno nelle zone più vicine ai punti interessati dal sollevamento magmatico. Si deve precisare che furono proprio questi fattori che spinsero in altra direzione a cercare la causa dei fenomeni che furono evidenziati nel cratere del Poàs.

La sequenza dei fenomeni osservati al Poàs fu spiegata nel modo seguente.

I sismi regionali registrati nella rete sismica funzionante nel cratere del Poàs il 14 luglio 1980 rientrano nella normalità dell'attività sismica e quindi dovuti all'alterazione dell'equilibrio idrodinamico collegato alla stagione delle piogge; lo sviluppo della loro energia determinò, a distanza di 15 giorni e di circa 150 Km, un aggravamento nelle condizioni già critiche, dal punto di vista termofluidodinamico, nella struttura del vulcano Poàs, a causa della presenza dei moti convettivi dei fluidi geotermici che riscaldano il lago craterico e alimentano le fumarole: ciò contribuì a scatenare i processi di fratturazione messi in evidenza dalla crisi sismica locale.

Sulla base di quanto fu osservato e dedotto dai rilievi chimico-fisici sulle acque del lago nonché geomagnetici e termici sul fondo della caldera sembra potersi affermare che le fratturazioni interessarono le zone prossime al condotto vulcanico e ancor più alla massa magmatica che determinò gli eventi eruttivi del 1953.

Le fratturazioni delle zolle sottostanti il lago craterico determinarono, a loro volta, la risalita dei gas magmatici che produssero il riscaldamento della zona fumarolica manifestatosi dopo circa sei mesi che si erano avute le fratturazioni, lasso di tempo che può essere giustificato non solo dalla distanza delle due zone (sedi, rispettivamente, delle fratturazioni e dell'incremento termico) ma anche dalla particolare situazione geologica della zona.

L'aumento della temperatura fu determinato sia dal contenuto termico dei gas magmatici sia da reazioni esotermiche della ossidazione dello zolfo. Fra le più importanti sono state indicate le seguenti:

1) $2H_2S + 3O_2$ ---------- – $2H_2O + 2SO_2$ (in eccesso di O_2)

2) $2H_2S + O_2$ ---------- – $2H_20 + 2S$

Il fatto che dai rilievi geomagnetici si deduce che l'incremento della temperatura interessò una zona piuttosto ristretta e superficiale permette di escludere in modo definitivo l'implicazione diretta della risalita di una massa magmatica, lasciando dedurre un trasporto di calore continuo e costante fra le zone profonde (calde) verso la superficie (fredda).

La spiegazione dei particolari fenomeni verificatisi nel biennio 1980-81 consente di formulare l'annunziata sintesi di interpretazione unitaria di tutte la manifestazioni osservate al Poàs negli ultimi secoli. A tale scopo, però, è da premettere, con la situazione geologica un modello dinamico, e poi alcuni esperimenti che furono realizzati in laboratorio.

8. – Schema geologico e modello dinamico

La situazione geologica per gli strati superficiali della zona del lago craterico può essere schematizzata, a partire dalla superficie superiore del lago, nel modo seguente:

a) il lago, con lo spessore di una trentina di metri d'acqua con una densità di 1,1 gr/cm^3;

b) sedimenti vulcano-lacustri, ricchi di zolfo, spessore circa 10 metri, densità 1,2-1,5 gr/cm^3, particelle variabili fra l'argilla e la sabbia, a strati sottili sovrapposti;

c) agglomerati ricchi di zolfo, spessore di circa 60 metri e densità di 1,5-2,5 gr/cm^3, costituiti essenzialmente di lava alterata in blocchi, bombe, lapilli che nell'insieme va trasformandosi fino al sottostante strato costituito dal

d) corpo lavico in via di raffreddamento, densità 2,5-2,7 gr/cm^3, probabilmente risalito nel 1953.

La presenza del corpo lavico è stato messo in evidenza oltre che dalle misure geomagnatiche anche da rilievi gravimetrici che hanno dedotto la presenza di un tappo cilindrico molto denso di raggio circa 1.000 metri a una profondità intorno agli 800 metri sotto la caldera.

Nella Fig. 8 è rappresentato lo schema geologico sopra descritto al quale si è aggiunto la situazione fisica (pressione, temperatura) preci-

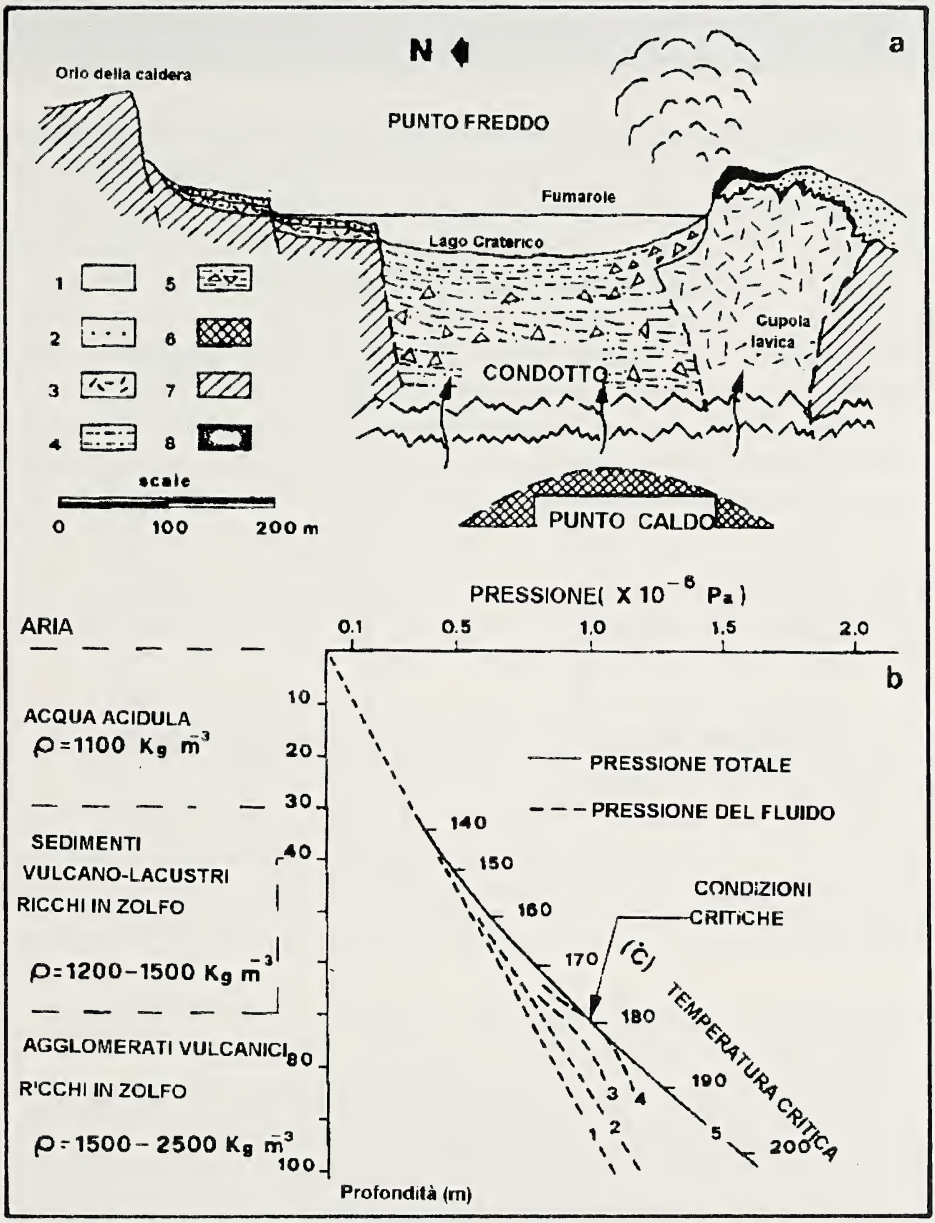


FIGURA 8 – a) Sezione geologica del cratere attivo del Poàs con il sistema punto caldo-conduttori-punto freddo: 1) acqua; 2) ceneri e lapilli; 3) lava del 1953; 4) sedimenti vulcanico-lacustri ricchi di zolfo; 5) agglomerati vulcanici anch'essi ricchi di zolfo; 6) massa magmatica in raffreddamento; 7) rocce del basamento; 8) area dove si è manifestato l'incremento della temperatura fino a 960 °C da gennaio a marzo 1981.

b) pressione totale (curva 5) e pressione di poro in condizioni statiche (curva 1) e dinamiche curve 2-4). Sono indicate anche le temperature. Per ulteriori chiarimenti vedi testo.

sando che dallo studio fisico-chimico delle acque del lago è stato possibile applicare i geotermometri. Di questi un primo tipo è quello relativo alla solubilità del silicio e un secondo si basa sul contenuto sodio-potassio-calcio; da essi è stato dedotto che nella zona dove le acque termali naturali si mescolano con quelle freatiche si raggiungono temperature intorno ai 230 °C; alla profondita intorno ai 230 metri. Queste temperature sono confermate dai valori medi relativi alle acqe termali associate a rocce andesitico-basaltico, come sono quelle del vulcano Poàs.

Per ciò che riguarda la pressione, senza approfondire le considerazioni teoriche, si ritiene sufficiente ricordare che le rocce porose imbibite d'acqua sono soggette a due tipi di pressioni:

a) la prima si esercita fra lo scheletro poroso della roccia ed è detta "pressione effettiva";

b) la seconda è quella che il fluido eserclta sulle pareti dei pori della roccia ed è detta "pressione di poro".

La pressione totale è data dalla somma delle due pressioni che in condizioni statiche restano costanti. Quando poi il fluido è in movimento la pressione di poro aumenta.

Nella Fig. 8, sezione b, le curve 1 e 5 rappresentano rispettivamente la pressione di poro e quella totale in condizioni statiche, quelle 2-4 invece e in modo qualitativo gli andamenti della pressione di poro con il fluido in movimento.

9. – Esperimenti in laboratorio

Prima di passare a formulare il meccanismo eruttivo del Poàs si è voluto effettuare alcune ricerche sperimentali in laboratorio. Si è dovuto però riconoscere che a proposito dei meccanismi eruttivi esperimenti quantitavi sono veramente difficili a realizzarsi dato il grande numero di incognite che vi sono coinvolte. Pertanto, ci si è dovuto limitare a quelli a carattere semplicemente qualitativo.

Essi furono condotti su campioni di materiale raccolto sul fondo del lago craterico e sistemati in recipienti cilindrici in condizioni quanto più possibili simili a quelle reali. Al di sopra del miscuglio sabbia-argilla-melma in proporzioni analoghe a quelle reali fu posto uno strato d'acqua per simulare il lago; al disotto vi era una piastra che poteva essere riscaldata fino a raggiungere i 200 °C. Le temperature del miscuglio erano

controllate a quattro profondità diverse: la prima nello strato liquido e le altre tre in quello solido sottostante.

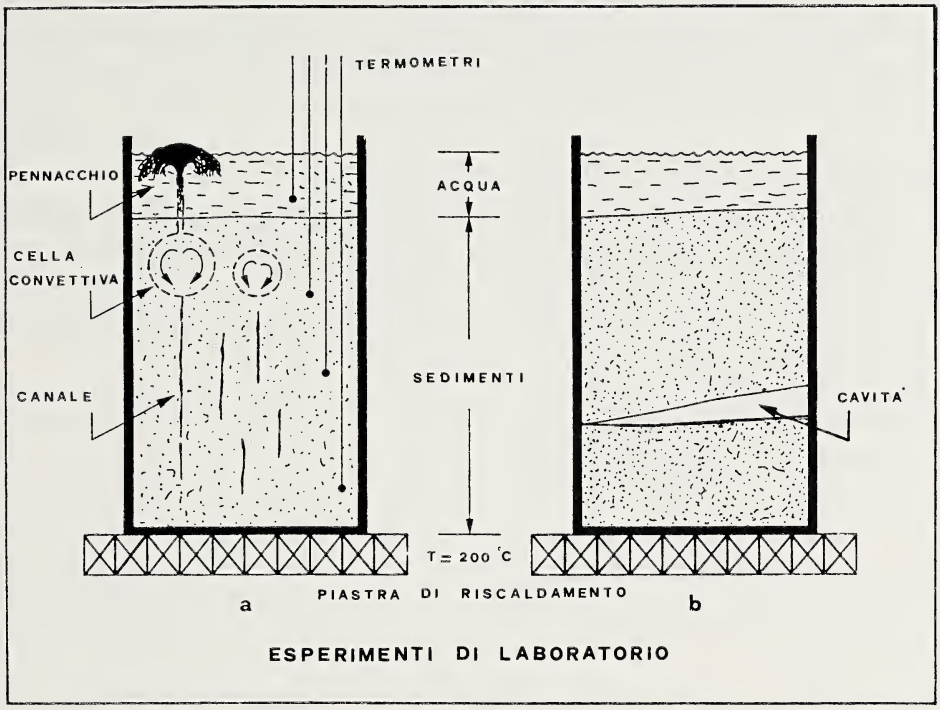


FIGURA 9 – Esperimenti realizzati in laboratorio per le spiegazioni vedi testo

Riscaldando la piastra di base – che doveva simulare il corpo magmatico posto in profondità – si osservò la formazione di moti convettivi dell'acqua calda attraverso i pori del mezzo solido. I moti convettivi si realizzavano in canali, orientati verticalmente, fra il fondo, più caldo, e la superficie, fredda; erano altamente permeabili con diametri di circa 0.1 cm e si aveva da una parte la liquefazione, del miscuglio solido e lo spostamento turbolento, verso l'alto, delle particelle solide, insieme con l'acqua e il suo vapore. La temperatura del fluido, per quanto non poteva essere determinata con precisione, perché i termometri non avevano una risposta molto rapida, doveva essere prossima a quella dell'ebollizzione dell'acqua nei singoli punti. Nelle parti alte dei canali si notava la formazione di celle di convezione di qualche centimetro di diametro che determinavano piccoli sbuffi nell'acqua sovrastante fino a interessare, in qualche caso, anche la superficie superiore.

In qualche campione, che era stato preventivamente consolidato per essiccazione a temperatura ambiente, furono osservate delle nette separazioni nel materiale con la formazione di cavità approssimativamente di un centimetro di spessore. Il gas contenuto in tali cavità esplodeva con piccoli sbuffi anch'essi nello strato acquifero sovrastante.

10. – Diagramma delle manifestazioni eruttive

Dopo di aver esposto le osservazioni anche sperimentali realizzate sulle manifestazioni del vulcano Poàs si può indicare il diagramma che si ricava dall'insieme e che permette di dedurre il loro meccanismo. Il diagramma è riassunto nella Fig. 10 che è basato sulla sezione geologica della parte terminale (v. Fig. 8) del lago craterico.

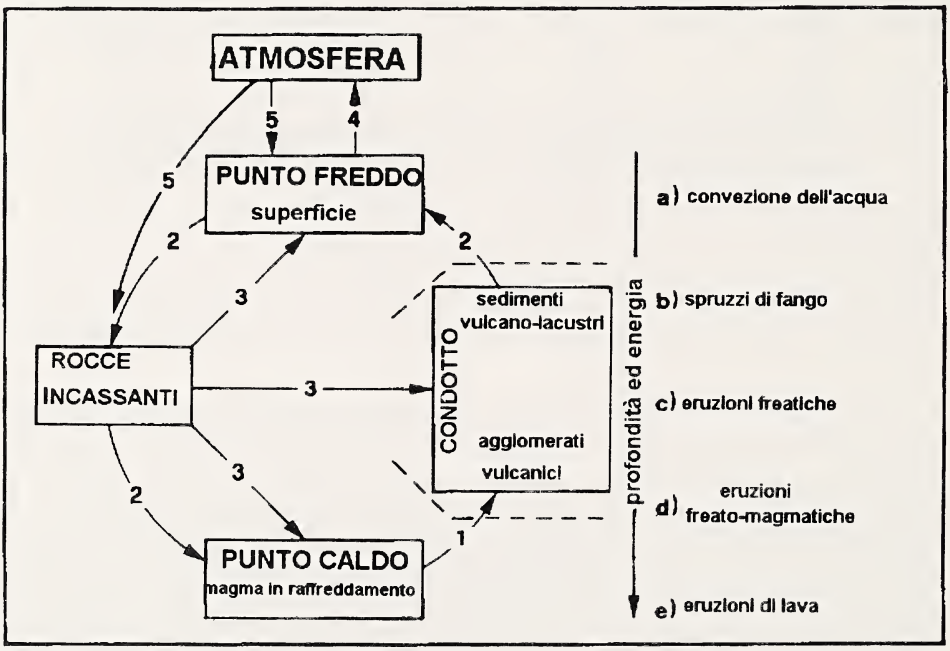


Figura 10 – Diagramma dell'attività dinamica del Poàs mostrando la circolazione del fluido, a sinistra, e, a destra, le differenti manifestazioni vulcaniche osservate al Poàs: 1) fluidi caldi a temperature supercritiche; 2) convezione idrotermale; 3) acque freatiche che entrano nel sistema; 4) evaporazione; 5) piogge normali ed acide

In esso la massa magmatica in raffreddamento rappresenta il punto caldo che attraverso le stratificazioni del lago e le rocce circostanti tra-

smette, sia per conduzione sia per convezione, la sua energia termica al punto freddo, rappresentato dalla superficie del lago e da questo all'atmosfera con l'evaporazione dell'acqua del lago. Per mezzo delle piogge normali e ancor più di quelle acide parte dell'energia viene restituita prima all'acqua del lago e da questa, per conduzione, alla zona calda. È da questa attività, a circolo chiuso, che possono derivare le varie manifestazioni notate al Poàs.

Infatti, come si è visto dall'insieme delle curve pressione-temperatura, possono esistere zone nelle quali l'equilibrio può essere molto prossimo alla sua instabilità e basta una leggera alterazione delle condizioni (specie con il fluido in movimento) per cui la pressione del fluido può superare quella totale innescando una esplosione.

Poiché la compattezza degli strati è funzione della profondità alla quale si trovano, nel senso che aumentando la profondità aumenta la compattezza degli strati e di conseguenza la rigidità; quindi dalla profondità alla quale si innesca l'esplosione dipende la violenza dell'esplosione stessa; in modo qualitativo si possono indicare (sulla destra della figura) le manifestazioni che prendono origine alle diverse profondità.

In particolare all'aumentare della profondità della zona in cui si ha l'alterazione dell'equilibrio e quindi l'innesco della manifestazione si hanno i seguenti tipi di attività:

a) correnti di convezioni nelle acque calde del lago;

b) getti di fango dovuti alla "ebollizione della sabbia" alla superficie dei sedimenti del lago;

c) esplosioni freatiche richiamanti i geyser quando la zona d'innesco e situata nell'interno del condotto vulcanico;

d) eruzioni freato-magmatiche quando l'innesco si trova a maggiori profondità e il corpo magmatico è interessato superficialmente;

e) eruzioni con effusioni di lava quando l'innesco avviene ancor più in profondità e il corpo magmatico è interessato in pieno.

Senza scendere nei particolari si può dire che è stato calcolato che se l'innesco avviene a una profondità di 70 metri, dove la temperatura di ebollizione dell'acqua è intorno ai 180 °C il getto del materiale raggiunge, in base alla formula di Bernoulli i 200 metri circa di altezza. Ciò fà ritenere che la maggior parte delle esplosioni freatiche del Poàs si originano fra i 40 e i 150 metri di profondità dove le temperature sono comprese fra 150 e i 220 °C; i semplici getti di fango si originano nei sedimenti del lago a profondità fra i 30 e i 40 metri dove le temperature sono inferiori ai 150°C.

In tal modo la sintesi di cui si è accennato all'inizio è rappresentata dal fatto che tutte le manifestazioni osservate al Poàs trovano la loro spiegazione in un unico meccanismo e la varietà dipende soltanto dalla profondità alla quale si innesca l'esplosione. Prima di chiudere si devono spendere due parole per giustificare nell'attività del Poàs quelle che noi indichiamo come "eruzioni oblique" e che con dizione inglese, per noi meno accettabile, sono dette "volcanic directed blast". Al Poàs gli sforzi principali in profondità sono diretti verticalmente per cui si capisce come le fratturazioni avvengono in direzioni oblique formando angoli di circa 30° con la verticale da cui derivano le esplosioni oblique osservate al Poàs in diverse occasioni.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Può essere dedotta dalle principali note pubblicate sul Poàs nel quadro della Cooperazione Italia-Costa Rica che sono le seguenti e dai riferimenti in esse riportati:

CASERTANO, L., A. BORGIA & C. CIGOLINI, 1983. *El Volcàn Poàs, Costa Rica: Cronologia y Caracteristicas de la Actividad. Geof. Int.*, **23**: (3), 215-236.

CASERTANO L., A. BORGIA, C. CIGOLINI, L.D. MORALES, W. MONTERO, M. GOMEZ & J. F. FERNANDEZ, 1985. *Investigaciones Geofisicas y Caracteristicas Geoquimicas de las Aquas Hidrotermales: Volcan Poàs, Costa Rica.* Geof. Int., **24**: (2), 315-332.

CASERTANO, L., A. BORGIA, C. CIGOLINI, L.D. MORALES, W. MONTERO, M. GOMEZ & J. F. FERNANDEZ, 1987. *An Integrated Dynamic Model for the Volcanic Activity at Poàs Volcano, Costa Rica,* Bull. Volcanol., **49**: 588-598.

Ricordo di Mario Salfi nel 25° anniversario della scomparsa

Antonio P. Ariani
Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi «Federico II»
via Mezzocannone 8, 80134 Napoli, Italy

Obituary

Ammesso tra i soci ordinari residenti della Società dei Naturalisti in Napoli il 29 luglio 1919 – non ancora ventenne – Mario Salfi già l'anno seguente entrava a far parte del Consiglio Direttivo, per restarvi ininterrottamente fino al 1962 ricoprendovi, di volta in volta, le cariche di Bibliotecario, Vicesegretario, Consigliere (anche con i compiti di Aiuto Cassiere e Aiuto Amministratore), Segretario (nel '26 e '27, poi dal '37 al '50), Vicepresidente (dal '51 al '53). Nondimeno, all'indomani della sua scomparsa, avvenuta il 28 luglio 1970, il nostro Sodalizio mancò di commemorarlo. Probabilmente, chi se ne sarebbe assunto volentieri il compito, come chi scrive, era ancora troppo giovane; allievi più maturi, illustri, l'avevano commemorato in altre Sedi (De Lerma, 1970; La Greca, 1970; Sarà, 1973; al riguardo si veda anche Spirito, 1970). Sono grato al nostro Presidente, Prof. Pietro Battaglini, per avermi consentito di colmare, oggi, quella lacuna.

Ai più giovani, desidero ricordare innanzitutto che Mario Salfi fu unico titolare della cattedra di Zoologia dell'Università di Napoli per ventidue anni, a partire dal 1948, e che per molti anni fu anche unico docente di Anatomia comparata, insegnamento tenuto prima come ordinario (dal '40 al '47), poi come incaricato. Intere generazioni di studenti di Scienze Naturali e di Scienze Biologiche – oggi apprezzati insegnanti nella Scuola Media e nei Licei, presidi, docenti universitari, biologi professionisti – lo ebbero, dunque, per Maestro.

Nato a Cosenza l'11 novembre 1900, da Enrico e da Giuseppina De Marinis, si era laureato a Napoli in Scienze Naturali col massimo dei voti e lode nel 1922, e nello stesso anno era stato nominato assistente ordina-

---

Received 25.7.95, accepted 2.9.95

rio presso la cattedra di Anatomia comparata, ruolo mantenuto fino al 1938, quando risultò secondo vincitore del concorso a cattedra di Zoologia e Anatomia comparata bandito dall'Università di Cagliari. Dieci anni prima aveva conseguito la libera docenza in Zoologia e Anatomia comparata, e l'aveva esercitata svolgendo corsi di Microscopia e di Osteologia comparata. Dopo una breve parentesi a Genova, come straordinario di Zoologia (nel 1939), il ritorno a Napoli, divenuta ormai sua città di adozione.

La lunga e diversificata attività didattica del Salfi comprende, oltre agli insegnamenti già menzionati, quelli – svolti per incarico – di: Biologia e Zoologia generale (Facoltà di Medicina e Chirurgia di Cagliari); Parassitologia, Biologia generale, Istologia ed Embriologia, Entomologia generale (Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali di Napoli); Zoologia generale (Facoltà di Farmacia di Napoli). Va aggiunto che il Salfi fu Preside della Facoltà di Scienze dell'Università di Napoli (dal 1952 al 1958); socio di innumerevoli Accademie e Società scientifiche tra cui: l'Accademia Pontaniana e l'Accademia delle Scienze di Napoli, l'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, la Società Entomologica Italiana, l'Unione Zoologica Italiana (in cui ricoprì a lungo la carica di Segretario), la Società Italiana di Biogeografia; medaglia d'oro al merito della Cultura e della Scuola.

Della vasta attività scientifica parlerò più avanti, sforzandomi di proporne una sintesi ragionevole. Qui mi preme, piuttosto, presentare e ricordare Mario Salfi sotto il profilo umano, nel contesto di un mondo accademico forse giudicato troppo superficialmente e liquidato troppo frettolosamente, in ogni caso scomparso con Lui.

Giunto assai presto ai vertici della Biologia italiana, accanto ai D'Ancona, ai Pasquini, ai Ranzi, ai Vialli, il Salfi assunse altrettanto rapidamente la fisionomia – fatta all'epoca di grandi privilegi ma, anche, di indiscusse capacità – di colui che si suole definire, con una punta di malevolenza, un "barone" universitario. E tale Egli fu, quasi per antonomasia; e rigidamente conservatore, a dispetto della presenza tra i suoi avi di quell'innovatore del pensiero e della coscienza civile che era stato l'abate Francesco Saverio Salfi. Ma a suo merito va detto che di quel suo "status" – in singolare contrasto con l'innata semplicità della persona – Egli fu serenamente consapevole, né cercò mai di svilirlo o rinnegarlo in qualche modo. Anzi, all'occorrenza si mostrava fiero della sua fama e del suo potere, conquistati a costo di enormi sacrifici fin da quando – studente universitario – aveva dovuto confrontarsi con i saputelli di estrazione liceale classica, Lui che proveniva da un Istituto tecnico. Ricordo che

MARIO SALFI (1900-1970)

quando volle incontrarmi per la prima volta in privato, per propormi di diventare suo assistente, si mostrò quasi preoccupato che io potessi non saperne abbastanza su di Lui, e a mo' di eloquente biglietto da visita mi citò gli allievi che aveva "messo in cattedra". Poi i suoi occhi neri e mobilissimi si illuminarono di compiacimento quando, con un sorriso, gli rivelai di aver letto la sua biografia sugli "Aggiornamenti" dell'Enciclopedia Treccani: un riconoscimento riservato a pochissime personalità ancora in vita.

Va detto pure, per amore di verità e per non lasciare zone d'ombra là dove potrebbero affacciarsi maliziose ipotesi politiche, che l'unica concessione che il Nostro fece al Fascismo fu di iscriversi al partito (come in molti, anzi, in troppi), ma solo nel '27, ossia alla vigilia di quell'abilitazione alla docenza universitaria fortemente voluta (e meritata), che in caso contrario Egli non avrebbe, probabilmente, potuto conseguire. Ho avuto modo di leggere – traendola dagli Archivi – la sua "scheda personale formulata dall'Alto Commissariato aggiunto per l'epurazione", scritta di suo pugno e datata 3 gennaio 1945. Ebbene, tra le risposte alle innumerevoli domande sul suo passato, quello è l'unico sì; la "eventuale retrodatazione" è barrata con due tratti obliqui decisi; seguono cinquantacinque no.

In un'epoca in cui l'assegnazione per concorso delle cattedre universitarie sembrava essere, quasi sempre, il risultato di una spartizione a tavolino (messa in atto prima ancora di procedere all'elezione dei commissari), ho assistito a un episodio che dimostra la profonda onestà intellettuale del Salfi. Aprendo un plico e scorrendo le pubblicazioni di un candidato praticamente sconosciuto (il classico Signor Rossi, che per ironia della sorte si chiamava proprio così), Egli si fece prendere dall'entusiasmo, ed esclamò che quelli erano "finalmente veri lavori di Anatomia comparata"! E il Rossi andò in cattedra. A sua volta, il Prof. Cognetti mi ha riferito un giorno di aver vinto il concorso di Zoologia con il voto favorevole di Salfi, il quale – posso aggiungere – aveva apprezzato molto le sue ricerche sui Sillidi. Per converso, a volte grandinava, ma ce n'era motivo: come quando, occupandosi della stampa di un lavoro su una delle riviste scientifiche di cui curava la pubblicazione (il "Bollettino di Zoologia", l'"Annuario dell'Istituto e Museo di Zoologia dell'Università di Napoli", l'"Archivio Zoologico Italiano"), il Nostro si accorse che un "altamente significativo" del dattiloscritto originale, modificato in "significativo" in prime bozze, stava per diventare "non significativo" al momento del "si stampi".

Allievo di Antonio Della Valle (non di Pierantoni, come amava sottolineare, riferendosi al precedente Direttore dell'Istituto di Zoologia), Mario Salfi ne aveva proseguito le ricerche sui Tunicati Ascidiacei (con particolare riguardo ai processi di agamogonia), lavorando attivamente alla Stazione Zoologica. Punto di partenza del filone ascidiologico è lo studio del fenomeno cosiddetto di "ringiovanimento" a livello di singoli individui (*Rhopalaea*, Cionidi, 1925 *c*) e, poi, di colonia (*Diazona*, Diazonidi, 1926 *g*), fenomeno con implicazioni sia morfofunzionali (in quanto esso subentra ad una regressione e ad una fase di vita latente delle ascidie) che ecologiche, il tutto essendo correlato al variare delle condizioni ambientali. Nel contempo, si affronta il problema della cormogenesi nelle Sinascidie attraverso lo studio di *Holozoa* (= *Distaplia*, Clavelinidi, 1925 *e*). L'interrogativo di fondo è se i blastozoodi siano, o meno, dotati di capacità blastogenetica, nel qual ultimo caso essi darebbero origine esclusivamente ad oozooidi, mediante riproduzione sessuale: interrogativo che sottintende una riproduzione rispettivamente senza, o con, alternanza di generazione. La risposta è che, in *Distaplia*, i blastozooidi derivano dalle gemme originatesi per scissione dalla gemma larvale primordiale e che, dunque, esiste metagenesi.

Iniziano prestissimo (1925 *b*), e proseguono nel '27 e nel '29, anche le ricerche a carattere faunistico-speciografico, in cui tuttavia non si perde mai di vista l'interesse del reperto dal punto di vista della biologia della riproduzione. Esse conducono alla descrizione di tre nuove specie, due delle quali su materiale del golfo di Napoli: *Rhopalopsis hartmeyeri* Salfi, da fondali di 130 m al largo di Ischia e *Clavelina phlegraea* Salfi, dal Lago Fusaro. Le singolari caratteristiche morfologiche di quest'ultima specie indurranno più tardi il Brien (1930) a studiarne esaurientemente i processi di rigenerazione e gemmazione. Dello stesso periodo (1926 *f*) è una ricostruzione del ciclo annuale di *Clavelina lepadiformis*, con il fenomeno dell'estivazione e la produzione di gemme (dette, appunto, "estivanti") destinate ad evolvere in nuovi ascidiozoi. I risultati di questo primo ciclo di ricerche sulla biologia degli Ascidiacei del golfo di Napoli trovano organica esposizione in un lavoro (1928 *a*) cui viene assegnato dall'Accademia Pontaniana di Napoli il "Premio Cavolini-De Mellis" per l'anno 1927.

Dalle ricerche su *Rhopalaea* emerge, tra l'altro, che, contrariamente a quanto sostenuto in precedenza da altri Autori, questo genere manca di qualsiasi capacità blastogenetica. Il dato, opportunamente inserito in un contesto di correlazioni morfologiche, è uno degli argomenti per una lettura della biologia della riproduzione degli Ascidiacei in chiave filoge-

netica (1930 *a*), nel senso di considerare la capacità blastogenetica come un carattere ancestrale del gruppo (e dei Tunicati in genere) nonché dei taxa ad esso subordinati. Quindi, l'interesse del Salfi si sposta sulla blastogenesi e l'evoluzione della colonia nei Didemnidi, in ricerche che si protrarranno fino al '51. Anche qui i risultati sono controcorrente, perché mostrano che gemme topograficamente distinte, ossia esofagee e addominali, non danno origine, rispettivamente, alla parte toracica o esofagea e a quella addominale di uno stesso individuo (come si riteneva in precedenza), ma a zooidi completi nei quali si sviluppa prima, rispettivamente, la regione esofagea e quella addominale. L'ampio capitolo relativo ai Tunicati annovera, infine, osservazioni su particolari adattamenti ecologici di alcune specie (1938 *b*, *c*; 1939 *c*) e sulla fluorescenza primaria degli Ascidiacei (1939 *b*). Detto capitolo è corredato – è doveroso ricordarlo – di un'iconografia originale che, come in tutta la produzione del Nostro, raggiunge livelli di assoluta eccellenza, cui ben si addice il compiaciuto "M. Salfi dis." che spesso compare in calce alle tavole. Ma questo era, per così dire, un dono di famiglia, perché Enrico Salfi era stato pittore di buona qualità della scuola di Domenico Morelli.

Altra parte cospicua della produzione scientifica del Salfi ha per oggetto gli Insetti Ortotteri *sensu lato*, giacché vi troviamo inclusi i Blattari, i Fasmodei, i Mantodei, i Dermatteri. Anzi, proprio sugli Ortotteri verte il primo lavoro (1923 *a*), a carattere istologico, primo anche dei quindici contributi pubblicati sul Bollettino della nostra Società. L'approccio istofisiologico è destinato, però, a rimanere episodico (almeno nel caso degli Ortotteri), poiché prestissimo si affaccia l'interesse per quelli che saranno gli assi portanti – strettamente interconnessi – della produzione entomologica, e cioè la faunistica e biogeografia, l'ecologia, la sistematica. Le ricerche nel primo campo muovono dalle raccolte giovanili (1919-1923) di locuste nella terra natia (altopiano della Sila: 1923 *b*; valle del Crati: 1924 *a*), e ravvisano subito l'opportunità di integrarsi con l'indagine ecologica, anzi "ecologico-biocenotica" (1924 *a*). Lo studio a livello specialistico vede in *Platypterna lybica* Salfi la prima specie nuova descritta, quasi a presagire l'importante contributo monografico alla sistematica del genere, pubblicato nell'ambito della serie "Orthoptera palaearctica critica" (1931 *b*). Ma, questa, è anche la prima presa di contatto con il popolamento ortotterologico della Libia e in particolare della Cirenaica, di cui il Salfi studierà praticamente tutti gli aspetti. L'ortotterofauna di questa regione (che in quanto complesso omogeneo appare non esistere) viene distinta (1929 *d*, 1930 *b*) in tre gruppi "tutt'affatto differenti", relativi rispettivamente all'altopiano del Barca, all'area desertica retro-

stante (oasi di Giarabub, Augila ecc.) e alla Marmarica. Nel primo vengono individuate decise affinità con il popolamento della regione mediterranea occidentale e in particolare maghrebina; nel secondo risultano predominare forme proprie dell'ambiente desertico (eremiane), con l'aggiunta di elementi a carattere etiopico; nel terzo prevalgono le forme eremiane, con aggiunta di elementi comuni alle faune eremiana e mediterranea. Ai lavori di cui sopra sono da aggiungere numerosi contributi alla conoscenza dell'ortotterofauna italiana, soprattutto insulare (pubblicati tra il '27 e il '32), dell'Albania, delle isole dell'Egeo, dell'Anatolia, dell'Himalaia nordoccidentale (Karakoram), della Somalia, della Guiana Inglese e, per quanto attiene all'aspetto tassonomico, gli studi sugli Acrididi Pamfagini (1941 *a*).

In questa produzione fondamentalmente bitematica si inseriscono, sporadicamente, ricerche su temi diversi, quali: la biologia di un Copepode ascidicolo; l'organo simbiotico (micetoma) di un Psillide parassita delle foglie dell'alloro; lo sviluppo postembrionale del pesce lucerna; la morfologia della tibia e del tarso del pidocchio del maiale (un lavoretto di nitida morfologia che talvolta il Professore ricordava con piacere); la rigenerazione negli Urodeli; l'ecologia e l'etologia di Anfipodi tubicoli; il significato dei corpi bruni dei Briozoi: testimonianze, tutte, di un ampio orizzonte investigativo e di un'acuta curiosità scientifica. Il Salfi va ricordato, inoltre, per aver promosso importanti campagne di esplorazione faunistica, come le tre effettuate sul massiccio del Pollino tra il 1950 e il 1953, ad opera di Studiosi quali il La Greca, il Sarà, il Tamanini e il Pasa: ne scaturirono ben trentadue contributi a carattere specialistico, pubblicati tra il '50 e il '66.

Chi da questa multiforme attività si attendesse centinaia di pubblicazioni, come ai nostri giorni esibiscono ricercatori di rango assai meno elevato, resterebbe tuttavia deluso. Infatti, i lavori di ricerca originale di Mario Salfi sono appena una settantina. Ma, prescindendo dal fatto che vi abbondano le monografie, talune ricchissime di illustrazioni autografe, anche questo è un segno di onestà intellettuale (e scientifica): in primo luogo perché il Salfi non usava frazionare eccessivamente gli argomenti né, tampoco, riproporli in altre forme, ottenendo così quella moltiplicazione di titoli oggi parecchio praticata; per di più, Egli portava grande rispetto alle iniziative scientifiche degli allievi, per cui rifuggiva dal vezzo – diffusissimo al giorno d'oggi – di siglare sempre e comunque i lavori realizzati dalla propria scuola. In ogni caso, si può ben dire che molti di quei lavori – tra l'altro, pubblicati quasi tutti nell'arco di un quindicennio – fanno ormai parte della storia della Biologia, tant'è che li troviamo citati

ovunque: nella letteratura specialistica contemporanea ai massimi livelli, per quanto concerne sia i Tunicati (Brien, 1929, pp. 42, 43; 1930, pp. 30-32, 34, 106; Tokioka, 1953, p. 175) che gli Ortotteri (Chopard, 1943, pp. 262-264); nella trattatistica zoologica italiana (Colosi, 1956, figg. 708-709; D'Ancona, 1967, p. 912 e fig. 994; La Greca, 1990, fig. 41-11); nei grandi trattati stranieri di Zoologia quali il Grassé (Brien, 1948, pp. 731, 734, 735 e figg. 202, 205, 208) e il Kükenthal (Huus, 1956, pp. 647, 653 e fig. 560), nel trattato di Embriologia del Dawydoff (1928, pp. 849, 850). La stima che Pierre-Paul Grassé e Takasi Tokioka ebbero di Salfi è testimoniata dall'omaggio di loro importanti opere con dedica personale (Fig. 1).

Molto tempo, poi, è stato dedicato dal Salfi alla trattatistica, ai saggi di filogenesi e di biologia teorica, alla storiografia zoologica (specie negli ultimi anni). In quanto alla prima, ricorderò la sua "Zoologia" (1957), di cui la seconda ed ultima edizione (1965) è andata rapidamente esaurita, ma trova ancor oggi estimatori per le sue caratteristiche di ordine, chiarezza di esposizione e completezza degli argomenti; inoltre, gli "Elementi di Morfologia dei Vertebrati" (1950), primo trattato didattico di Anatomia comparata in lingua italiana; gli "Elementi di Entomologia" (1960), primo manuale universitario di Entomologia generale pubblicato in Italia; le "Lezioni di Zoologia generale" e "Nozioni di Biologia animale" (in coll. con B. De Lerma).

Altrettanto meritevole di essere citato è un corposo saggio del '45 dal titolo: "Le forme animali e la genesi delle strutture". In esso, l'Autore porta elementi a sostegno di una visione della diversità biologica quale "manifestazione di un divenire autonomo della sostanza vivente nella realizzazione delle architetture morfologiche, divenire che può essere ritenuto un attributo intrinseco degli organismi". Questo passo della prefazione è una dichiarazione di fede, la cartina di tornasole del pensiero di Salfi in materia di evoluzionismo, tanto vi traspare la sua adesione – mai smentita – alla contestatissima (da altri) teoria dell'Ologenesi. Per finire, ricordo il suo saggio "Cento anni di Zoologia in Italia", del 1961, e l'ultimo suo scritto, la bella commemorazione di Oronzio Gabriele Costa nel centenario della morte (1967). Del grande Zoologo di Alessano d'Otranto Mario Salfi era un ammiratore sincero, e non perdeva occasione per citarlo, a lezione. In quella ricorrenza tentò di rintracciarne la dimora in Napoli (che supponeva "ai Tribunali", nella via che ancor oggi porta il suo nome), perché vi fosse affissa una lapide. Ma il tempo aveva cancellato ogni ricordo di quell'antica presenza.

Si sbaglierebbe, anche, chi, dopo tutto quanto si è detto, immaginasse un Salfi continuamente e completamente preso dall'attività legata al suo

Au Professeur M. Salfi
en sincère hommage
de
Pierre P. Grassé

ZOOLOGIE

TOME I

INVERTÉBRÉS

to Prof. M. Salfi
with the compliments of
the author

相模灣產海鞘類圖譜

生物學御研究所編

FIG. 1. – Dediche di Pierre-Paul Grassé (su Grassé *et al.*, 1961) e di Takasi Tokioka (su Tokioka, 1953) a Mario Salfi.

ruolo. Invece, il Nostro amava ed ascoltava frequentemente la musica, parlandone con competenza; coltivava la passione della filatelia; leggeva avidamente testi di storia (negli ultimi tempi, soprattutto quella americana). Nella sua biblioteca i libri di letteratura, storia ed arte erano altrettanto numerosi di quelli di argomento naturalistico, che chi scrive è orgoglioso, oggi, di possedere e di custodire tra le cose più care. La sua memoria era prodigiosa; la sua conversazione piacevolissima, specchio fedele di un'intelligenza fuori del comune e di una cultura estremamente vasta, da cui in molti abbiamo, consapevolmente o inconsapevolmente, attinto.

Alla compagna della sua vita, la dilettissima moglie Maria Borrea, Egli era legato da un rapporto quasi simbiotico, che lo portava persino a temere di sopravviverle. Ma questo l'avevano capito in pochi, e in pochissimi erano disposti a giustificare e ad accettare i risvolti che quel rapporto aveva, talora, sul piano decisionale. C'era, poi, quell'amore smisurato per la morfologia, che veniva anteposta a tutto e invocata a spiegazione di tutto: come sembrava dimostrargli persino la forma ad elica – scoperta di recente – del DNA. Tra le nuove leve dell'Accademia c'era però chi la pensava diversamente, scalpitava, auspicava un ribaltamento di posizioni a lungo cristallizzate. Così, quasi al termine della carriera, Mario Salfi assaporò uno dopo l'altro diversi dispiaceri. Certamente la mancanza di flessibilità, causa prima dell'estinzione di tanti dominatori della scena biologica, gli fu fatale. Di lì a poco, il '68 si sarebbe abbattuto su di Lui con la furia di un ciclone. Più che la contestazione giovanile, col suo sconvolgimento di valori e una lotta durissima a vecchie forme di selezione (lotta che all'inizio del '70 bloccò per cinque mesi ogni attività didattica e di ricerca), lo ferirono la frantumazione della "sua" cattedra di Zoologia, con l'avvento di una pletora di incaricati, e la decisione di affidare ad (altri) ordinari l'insegnamento dell'Anatomia comparata, di cui era sempre stato gelosissimo e in cui aveva profuso, forse, le sue energie didattiche migliori.

La sera del 27 luglio 1970 una telefonata in Istituto mi annunciava che il giorno seguente il Direttore non sarebbe venuto a tenere, come previsto, gli esami di Zoologia per Scienze Naturali, e mi chiedeva di sostituirlo "in tutto e per tutto". Nei cinque anni trascorsi con Lui questo non era mai accaduto, perché il Professore presiedeva personalmente tutte le commissioni d'esame, regolarissime non solo nella forma ma anche nella sostanza. C'era, dunque, da aspettarsi il peggio. E difatti, mentre nell'aula appena rinfrescata dalla brezza mattutina si discuteva un po' distrattamente di Anopli e di Enopli, di Ecardini e di Testicardini (come oggi non

accade quasi più), Mario Salfi si spegneva in una clinica del Vomero. Ancora un giorno, e il grande cancello dell'edificio del Rettorato dell'Università di Napoli si sarebbe spalancato dinanzi al suo feretro, nell'ultimo funerale solenne celebrato a un Professore universitario.

BIBLIOGRAFIA*

BRIEN, P., 1929. Notes sur le développement de l'épicarde des *Polyclinidae*. *Ann. Soc. R. Zool. Belg.*, **60**: 33-46.

BRIEN, P., 1930. Contribution à l'étude de la régénération naturelle et expérimentale chez les *Clavelinidae*. *Ann. Soc. R. Zool. Belg.*, **61**: 19-112.

BRIEN, P., 1948. Embranchement des Tuniciers. Morphologie et reproduction. In *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie*, **11**, *Echinodermes, Stomocordés, Procordés*, P.-P. GRASSÉ (sous la Direction de), Masson & C.ie, Paris, pp. 553-894, 920-930.

CHOPARD, L., 1943. Orthoptèroïdes de l'Afrique du Nord. In *Faune Emp. Fr.*, **1**, Librairie Larose, Paris, pp. 1-450.

COLOSI, G., 1956. *Zoologia e Biologia Generale*, **2**., U.T.E.T., Torino.

D'ANCONA, U., 1965. *Trattato di Zoologia*, 3ª edizione, U.T.E.T., Torino.

DAWYDOFF, C., 1928. *Traité d'Embryologie Comparée des Invertébrés*, Masson & C.ie, Paris.

DE LERMA, B., 1970. Mario Salfi (1900-1970). *Boll. Zool.*, **37**: 199-203, 1 ritr. f.t.

GRASSÉ, P.-P., R.A. POISSON & O. TUZET, 1961. *Précis de Zoologie*, **1**, *Invertébrés*, Masson & C.ie, Paris.

HUUS, J., 1956. Ascidiacea = Tethyodeae = Seescheiden. In *Handbuch der Zoologie*, **5** (2), *Tunicata*, W. KÜKENTHAL (gegründet von), W. De Gruyter & Co., Berlin, pp. 545-692.

LA GRECA, M., 1970. Mario Salfi (1900-1970). *Mem. Soc. Entomol. Ital.*, **49**: 189-194, 1 ritr.

LA GRECA, M., 1990. *Zoologia degli Invertebrati*, 2ª edizione, UTET, Torino.

SALFI, M., 1923 *a*. Ricerche sull'epitelio del mesointestino di *Locusta danica*, L. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **35**: 143-150.

SALFI, M., 1923 *b*. Sulla geonemia delle specie del genere *Chrysochraon*, Fisch. (*Orthoptera – Locustidae*). *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **35**: 196-198.

SALFI, M., 1923 *c*. Studi sulla Ortotterofauna italiana. 1. Il genere *Rhacocleis* Fieber 1853 (*Phasgonuridae*, *Decticinae*). Rend. XIV Ass. gen. ord. e Conv. Un. Zool. Ital., Genova, 8-11 Ott. 1923, in *Monit. Zool. Ital.* (Suppl.), **35** (1924): 43-47.

SALFI, M., 1924 *a*. Osservazioni sulla ecologia di alcune specie di *Locustidae* e *Phasgonuridae*. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **36**: 129-152, 8 figg., 2 tabb.

SALFI, M., 1924 *b*. Contribuzioni alla conoscenza degli Ortotteri libici. 1. *Locustidae* marmarici. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **36**: 288-304, 1 tav.

* Comprendente l'elenco completo delle pubblicazioni di Mario Salfi.

SALFI, M., 1925 *a*. Ortotteri raccolti dal Cap. G. Chierchia nel viaggio di circumnavigazione della R. Corvetta "Vettor Pisani" negli anni 1882-85. *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N.S., **5**, n. 10: 1-3, 1 tav.

SALFI, M., 1925 *b*. Le Sinascidie del gen. *Sycozoa* Less. raccolte dal Cap. G. Chierchia durante il viaggio di circumnavigazione della R. Corvetta "Vettor Pisani" negli anni 1882-85. *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N.S., **5**, n. 11: 1-9, 2 figg., 1 tav.

SALFI, M., 1925 *c*. Sul ringiovanimento della *Rhopalaea neapolitana* Phil. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **37**: 85-89.

SALFI, M., 1925 *d*. Contributi alla conoscenza degli Ortotteri libici. 2. *Oothecaria* e *Saltatoria* di Cirenaica. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **37**: 90-94.

SALFI, M., 1925 *e*. La fissazione della larva e la genesi della colonia in *Holozoa magnilarva* (Della Valle). *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **37**: 224-230.

SALFI, M., 1925 *f*. Di una nuova sottospecie di *Bacillus (Clonopsis) gallicus* (Charp.). *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N. S., **5**, n. 12: 1-3, 2 figg.

SALFI, M., 1926 *a*. Contribuzioni alla conoscenza degli Ortotteri libici. 3. Di alcune specie cirenaiche di *Mantidae*, *Phasgonuridae* e *Locustidae*. *Arch. Zool. Ital.*, **11**: 65-104, 6 figg., 5 tavv.

SALFI, M., 1926 *b*. Su *Rhacocleis parvula* Costa. Descrizione del tipo e note critiche sul genere. *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N. S., **5**, n. 14: 1-5, 1 tav.

SALFI, M., 1926 *c*. Su un nuovo copepodo ascidicolo del gen. *Aplostoma* Canu. *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N. S., **5**, n. 15: 1-4, 2 figg.

SALFI, M., 1926 *d*. Ulteriori osservazioni sulle sinascidie del gen. *Sycozoa* Less. della "Vettor Pisani". *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N. S., **5**, n. 16: 1-10, 7 figg.

SALFI, M., 1926 *e*. L'organo simbiotico di *Trioza alacris* Flor. Rend. XV Ass. ord. e Conv. Un. Zool. Ital., Bologna, 30 Ott.-5 Nov. 1926, in *Monit. Zool. Ital.* (Suppl.), **39** (1928): 21-22.

SALFI, M., 1926 *f*. Le "gemme estivanti" e la biologia dei cespugli di *Clavelina lepadiformis* (Müller). *Rend. R. Accad. Naz. Lincei (Cl. Sci. Fis. Mat. Nat.)*, S. 6, **4**: 581-583.

SALFI, M., 1926 *g*. Ricerche sul ringiovanimento e sulla blastogenesi in *Diazona violacea* Sav. *Pubbl. Stn. Zool. Napoli*, **7**: 335-366, 6 figg., 6 tavv.

SALFI, M., 1927 *a*. Ortotteri di Linosa (Isole Pelagie). *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **39**: 140-144, 3 figg.

SALFI, M., 1927 *b*. Su due nuovi Ascidiacei del golfo di Napoli. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, 39: 145-148.

SALFI, M., 1927 *c*. Contribuzioni alla conoscenza degli Ortotteri libici. 4. *Blattidae* ed *Acrididae* di Cirenaica. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **39**: 225-270, 10 figg.

SALFI, M., 1927 *d*. Note descrittive e biologiche su due ascidie del golfo di Napoli. *Pubbl. Stn. Zool. Napoli*, 8: 273-288, 2 figg., 2 tavv.

SALFI, M., 1927 *e*. Contribuzioni alla conoscenza degli Ortotteri libici. 5. Su alcune specie poco note di *Acrididae* di Tripolitania e su *Rhacocleis dernensis* Salfi. *Mem. Soc. Entomol. Ital.*, **6**: 150-164, 2 figg., 1 tav.

SALFI, M., 1928 *a*. Ricerche sulla biologia delle Ascidie del golfo di Napoli. *Ric. Morfol. Biol. Anim.*, **1**: 275-370, 14 figg., 4 tavv.

SALFI, M., 1928 *b*. A new genus of Acrididae (Orthoptera) from Obock. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, S. 10, **2**: 192-196, 1 tav.

SALFI, M., 1928 *c*. Ortotteri di Pantelleria. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **40**: 139-141.

SALFI, M., 1929 *a*. Ricerche faunistiche nelle Isole italiane dell'Egeo. Parte II – Fauna terrestre e fluviale. Ortotteri. *Arch. Zool. Ital.*, **13**: 211-219, 1 tav.

SALFI, M., 1929 *b*. Sulla blastogenesi in *Clavelina* e su una nuova specie del genere. *Pubbl. Stn. Zool. Napoli*, **9**: 195-201, 4 figg.

SALFI, M., 1929 *c*. Su alcuni Ascidiacei del golfo di Napoli. *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N. S., **6**, n. 1: 1-7, 2 figg.

SALFI, M., 1929 *d*. Sull'ortotterofauna cirenaica. Rend. XVII Conv. Ass. ord. Un. Zool. Ital., Firenze, 23 Sett. 1929, in *Boll. Zool.*, **1** (1930): 55-59.

SALFI, M., 1929 *e*. *Polycitor (Eudistoma) costai* (Della Valle 1877). In *Faune Flore Méditerr.*, Paris, 1 p., 1 fig.

SALFI, M., 1930 *a*. Rapporti tra morfologia, potere blastogenetico e filogenia negli Ascidiacei. *Boll. Zool.*, **1**: 269-275, 3 figg.

SALFI, M., 1930 *b*. I caratteri dell'Ortotterofauna cirenaica. *Arch. Zool. Ital.*, **14**: 397-410, 1 tab.

SALFI, M., 1930 *c*. La distribuzione degli Ortotteri libici e i suoi rapporti con la paleogeografia. Atti XI Congr. Geogr. Ital., **3**: 209.

SALFI, M., 1930 *d*. La gemmazione nei Didemnidi. Atti XI Congr. Intern. Zool., Padova, 4-11 Sett. 1930, in *Arch. Zool. Ital.*, **16** (Suppl., 1932): 1162-1163.

SALFI, M., 1930 *e*. Ricerche sulla blastogenesi dei Didemnidi. La gemmazione in *Didemnopsis inarmata* (Drasche). *Pubbl. Stn. Zool. Napoli*, **10**: 417-437, 4 figg., 2 tavv.

SALFI, M., 1931 *a*. Ortotteri di Vulcano (Isole Eolie). *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **43**: 157-160.

SALFI, M., 1931 *b*. Orthoptera palaeartica critica. X. Révision du genre *Platypterna* Fieber (Acrid.). *Eos*, **7**: 255-347, 272 figg.

SALFI, M., 1931 *c*. Gli ascidiacei del golfo di Napoli. *Pubbl. Stn. Zool. Napoli*, **11**: 293-360, 49 figg., 5 tavv.

SALFI, M., 1932 *a*. Il ciclo blastogenetico dei Didemnidi. *Boll. Zool.*, **3**: 185-193, 1 tav.

SALFI, M., 1932 *b*. Ortotteri e Dermatteri del Gran Paradiso. *Il Parco Nazionale del Gran Paradiso*, **3**: 109-111.

SALFI, M., 1933 *a*. Ermete Marcucci. Necrologia. *Boll. Zool.*, **4**: 41-42.

SALFI, M., 1933 *b*. Osservazioni sulla evoluzione delle colonie e sullo sviluppo degli abbozzi blastogenetici dei Didemnidi. *Arch. Zool. Ital.*, **18**: 203-245, 11 figg., 4 tavv.

SALFI, M., 1933 *c*. Di alcuni Ortotteri raccolti in Somalia. *Boll. Lab. Zool. Portici*, **27**: 219-221, 1 fig.

SALFI, M., 1933 *d*. Le recenti ricerche sulla riproduzione asessuata dei Tunicati. *Attual. Zool.*, **1** (Suppl. *Arch. Zool. Ital.*, **19**): 121-201, 20 figg.

SALFI, M., 1933 *e*. Sulla metamorfosi dell'*Uranoscopus scaber* L. *Pubbl. Stn. Zool. Napoli*, **13**: 303-310, 8 figg.

SALFI, M., 1934 *a*. Ortotteri raccolti dalla spedizione di S. A. R. il Duca di Spoleto al Karakoram (1929). *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N. S., **6**, n. 11: 1-13, 7 figg.

SALFI, M., 1934 *b*. Nota su alcuni Ortotteri di Cufra e sull'ortotterofauna libica. Rend. XX Conv. Ass. ord. Un. Zool. Ital., Bologna, 17-22 Sett. 1934, in *Boll. Zool.*, **6** (1935): 167-169.

SALFI, 1934 *c*. Contribuzioni alla conoscenza degli Ortotteri libici. 6. Oothecaria e Saltatoria di Cufra e descrizione di stadi postembrionali di *Platypterna gracilis* Kr. *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N. S., **6**, n. 14: 1-12, 5 figg.

SALFI, M., 1935 *a*. Su alcune specie del genere *Podisma* Latr. (Orth. Acrididae). *Boll. Lab. Zool. Portici*, **28:** 210-230, 7 figg.

SALFI, M., 1935 *b*. Contribuzioni alla conoscenza degli Ortotteri libici: 7. Sull'ortotterofauna del Fezzan (Missione Scortecci della R. Società Geografica Italiana). *Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Civ. Stor. Nat. Milano*, **74:** 383-388, 1 tab.

SALFI, M., 1935 *c*. Antonio Della Valle. Commemorazione. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **47:** 99-110, 1 ritr. f. t.

SALFI, M., 1935 *d*. Grillidi della Guiana inglese raccolti dalla spedizione Beccari (1931-32). *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N. S., **6**, n. 17: 1-7, 4 figg.

SALFI, M., 1935 *e*. Missione scientifica del Prof. Edoardo Zavattari nel Sahara italiano (1934). Contribuzioni alla conoscenza degli Ortotteri libici: 8. Ortotteri di Marada, Augila, Gialo e Cufra. *Boll. Soc. Entomol. Ital.*, **67:** 120-124, 6 figg.

SALFI, M., 1935 *f*. Ipognatismo ed oxicefalia negli Ortotteri. *Boll. Zool.*, **6:** 311-315, 3 figg.

SALFI, M., 1936. Note sulla morfologia della tibia e del tarso in *Haematopinus suis* (Linn.). *Boll. Zool.*, **7:** 105-112, 2 figg.

SALFI, M., 1937 *a*. Su un particolare adattamento ecologico di *Ciona intestinalis* nel golfo di Napoli. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **49:** 43-47..

SALFI, M., 1937 *b*. Ortotteri raccolti in Anatolia dal Prof. Nello Beccari. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **49:** 57-58.

SALFI, M., 1937 *c*. Ortotteri di Valona (Albania) e di Rodi (Egeo). *Annu. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, N. S., **7**, n. 4: 1-6, 1 tav.

SALFI, M., 1937 *d*. La membrana peritrofica osservata alla "luce di Wood". *Boll. Zool.*, **8:** 147-149.

SALFI, M., 1937 *e*. Aspetti citologici ed origine degli elementi cellulari nella rigenerazione degli arti e della coda degli Urodeli. *Attual. Zool.*, **3** (Suppl. *Arch. Zool. Ital.*, **24**): 149-192, 9 figg.

SALFI, M., 1938 *a*. Cellule giganti e rigenerazione della cartilagine negli Urodeli. *Arch. Zool. Ital.*, **25:** 1-8, 1 tav.

SALFI, M., 1938 *b*. Note ecologiche sugli Ascidiacei del Canale delle Saline di Cagliari. *Boll. Zool.*, **9:** 57-64, 3 figg.

SALFI, M., 1938 *c*. Sulle variazioni della *Clavelina lepadiformis* (Müll.) del canale delle saline di Cagliari. *Boll. Zool.*, **9:** 143-146, 1 fig.

SALFI, M., 1939 *a*. Ricerche etologiche ed ecologiche sugli Anfipodi tubicoli del Canale delle Saline di Cagliari. *Arch. Zool. Ital.*, **27:** 31-57, 7 figg.

SALFI, M., 1939 *b*. Osservazioni sulla fluorescenza naturale degli ascidiacei. *Boll. Ist. Zool. Anat. Comp. Univ. Genova*, **19**, n. 111: 1-5.

SALFI, M., 1939 *c*. Note ecologiche sugli ascidiacei della zona sublitorale di Portofino. *Boll. Ist. Zool. Anat. Comp. Univ. Genova*, **19**, n. 118: 1-8.

SALFI, M., 1939 *d*. Orthoptera: Blattidae, Gryllidae, Phasgonurídae, Phasmidae, Acrididae. In *Miss. Biol. Paese Borana. Racc. Zool.*, **3**, n. 2: 243-256, 4 figg.

SALFI, M., 1940. Studi e ricerche compiute in Italia nel campo della Zoologia durante l'anno XVII. *Atti Soc. Ital. Prog. Sci.*, Pisa.

SALFI, M., 1941 *a*. Note sulla morfologia dell'armatura genitale e sul valore delle unità sistematiche in alcuni Pamfagini. *Arch. Zool. Ital.*, **29:** 451-493, 9 figg., 3 tavv., 3 tabb.

SALFI, M., 1941 *b*. Influenze ambientali e maturità sessuale. *Attual. Zool.*, **5** (Suppl. *Arch. Zool. Ital.*, **29**): 167-191.

SALFI, M., 1941 *c*. Sul significato dei corpi bruni dei Briozoi. *Boll. Zool.*, **12:** 171-173.

SALFI, M., 1942. Orthoptera. In *Prima esplorazione entomologica del Parco Nazionale del Circeo.* Cons. Naz. Ric., Salerno, pp. 185-188.

SALFI, M., 1943. *Guida al corso di Anatomia Comparata*, Libreria Editrice Universitaria, Napoli, 472 pp.

SALFI, M., 1945. *Le forme animali e la genesi delle strutture*, A. Morano, Napoli, 236 pp, 32 figg.

SALFI, M., 1946. Ascidiacei della Laguna Veneta. *Boll. Pesca Piscic.Idrobiol.*, **22:** 5-7, 1 fig.

SALFI, M., 1947. Il dualismo somatico-germinale e l'agamogonia. Lettura al Convegno dal Centro di Biologia del Cons. Naz. Ric.

SALFI, M., 1950 *a*. Ricerche zoologiche nell'Italia meridionale. Atti Conv. Cinquantenario Un. Zool. Ital., Bologna, Ott. 1950, in *Boll. Zool.*, **17** (Suppl.): 449-454.

SALFI, M., 1950 *b*. Ulteriori ricerche sulla blastogenesi dei Didemnidi. *Annu. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, **2**, n. 9: 1-32, 3 figg., 2 tavv.

SALFI, M., 1950 *c*. *Elementi di Morfologia dei Vertebrati*, Pellerano-Del Gaudio, Napoli, XII + 504 pp., 283 figg.

SALFI, M., 1950 *d*. *Lezioni di Zoologia per gli Studenti di Scienze Naturali*, Pellerano-Del Gaudio, Napoli, **1**, 502 pp., **2**, 280 pp.

SALFI, M., 1951 *a*. Ricerche faunistiche sul Massiccio del Pollino. *Ric. Sci.*, **21:** 79-84.

SALFI, M., 1951 *b*. Sulla genesi delle colonie dei Diplosomi. *Annu. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, **3**, n. 7: 1-12, 2 tavv.

SALFI, M., 1954 *a*. Su alcuni Acridioidei africani. *Annu. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, **6**, n. 4: 1-10, 3 figg.

SALFI, M., 1954 *b*. Valore degli elementi blastogenetici e significato della agamogonia e della anfigonia. In *Problemi di sviluppo*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, pp. 1-18.

SALFI, M., 1954 *c*. Commemorazione dell'Accademico emerito Ludovico di Caporiacco. *Atti Accad. Naz. Ital. Entomol., Rend.*, **2:** 24-26.

SALFI, M., 1956. Nel 150° anniversario della istituzione della Cattedra di Zoologia dell'Ateneo napoletano. XXVIII Conv. Un. Zool. Ital., Napoli-Salerno, 20-25 Ott. 1956, discorso inaugurale, in *Boll. Zool.*, **23:** 89-98.

SALFI, M., 1957 *a*. Aspetti biologici della vita coloniale. XXIX Conv. Un. Zool. Ital., Palermo, 23-28 Sett. 1957, discorso inaugurale, in *Boll. Zool.*, **24:** 87-98.

SALFI, M., 1957 *b*. *Zoologia*, F. Vallardi, Milano, XXI + 1309 pp., 1215 figg., 18 tavv.

SALFI, M., 1959 *a*. *Elementi di Morfologia dei Vertebrati*, 2ª edizione, Pellerano – Del Gaudio, Napoli, XVI + 515 pp., 303 figg.

SALFI, M., 1959 *b*. Umberto Pierantoni – 1876-1959. *Arch.Zool.Ital.*, **44:** I-XV, 1 ritr.

SALFI, M., 1960 *a*. *Elementi di Entomologia*, Pellerano – Del Gaudio, Napoli, XI + 377 pp., 302 figg.

SALFI, M., 1960 *b*. Umberto Pierantoni – 1876-1959. *Boll. Zool.*, **27:** 21-33, 1 ritr.

SALFI, M., 1960 *c*. Biogeografia delle Isole Pelagie. Dermaptera. Orthopteroidea. *Rend. Accad. Naz. XL*, S. 4, **11:** 330-335.

SALFI, M., 1961. Cento anni di Zoologia in Italia. XXXI Conv. Un. Zool. Ital., Torino, 22-27 Mag. 1961, discorso inaugurale, in *Boll. Zool.*, **28:** 81-94.

SALFI, M., 1963. Viaggi di naturalisti in Calabria. IX Congr. Soc. Ital. Biogeogr., Cosenza, 28 Mag.-1° Giu. 1963, discorso inaugurale, in *Annu. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, **15**, n. 5: 1-22, 5 figg.

SALFI, M., 1965. *Zoologia*, 2ª edizione, F. Vallardi, Milano, XXVI + 1309 pp. + 10 pp. bis, 1215 figg. + 7 figg. bis, 18 tavv.

SALFI, M., 1966. Origine ed evoluzione degli Artropodi. *Rend. Accad. Naz. Ital. Entomol.*, **13:** 49-64.

SALFI, M., 1967. Vedute antiche e recenti sull'origine e filogenesi degli Artropodi. *Annu. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, **18**, n. 2: 1-23.

SALFI, M., 1968. In ricordo di Oronzio Gabriele Costa (1787-1867). *Annu. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, **18**, n. 6: 1-16, 1 ritr. f. t.

SALFI, M. & B. DE LERMA, 1950. *Lezioni di Zoologia generale per gli Studenti di Scienze e Farmacia*, Pellerano – Del Gaudio, Napoli, 246 pp., 18 figg.

SALFI, M. & B. DE LERMA, 1959. *Nozioni di Biologia animale*, Pellerano – Del Gaudio, Napoli, 336 pp., 31 figg.

SARÀ, M., 1973. Mario Salfi. *Atti Accad. Ligure Sci. Lettere*, **30**: 15-18.

SPIRITO, A., 1970. Profili di Biologi. Mario Salfi (1900-1970). *Riv. Biol.*, **63** (**23** N. S.): 503-505, 1 ritr. f. t.

TOKIOKA, T., 1953. *Ascidians of Sagami Bay collected by His Majesty the Emperor of Japan*, Iwanami Shoten, Tokio.

Ricordo di uno scienziato: Filippo Silvestri

Luigi Filippo Russo
Dipartimento di Entomologia e Zoologia Agraria
via Università, 100 - 80055 Portici (Napoli), Italy

Obituary

Summary. We pay our respects to great man of science, Filippo Silvestri in order to give the chance also to the new generations to appreciate a famous figure of the entomological science, a mind always fine and ready for research and knowledge. He was born at Bevagna (Perugia) on 22nd June 1873. His parents, Giuseppe and Rosa Palmieri, were honest workers and he was always greatly devoted to them. Since a child he showed a remarkable aptitude for natural sciences as he always felt drawn to the rural beauties of his own native country. He made this natural passion deeper first during his secondary school studies in Spoleto and Perugia and then during the university ones in Rome, Genoa and Palermo.

Nature and his honest and laborious family helped him to form his own character, a simple, modest, firm character, fond of learning as it is witnessed in his autobiographical poem written in 1891 when he was only eighteen year old.

He graduated in 1896 and it was offered him the job of an assistant by the famous zoologist Kleinenberg, but he preferred to follow the great biologis Giovan Battista Grassi he always considered his master.

His passion for travels, the attraction of discovering regions, he didn't know, in the different parts of the World in search of Arthropods, compelled him to face hardships and difficulties.

Notwithstanding that he brought no less than 26 intercontinental travels to a conclusion and so he could widen his own knowledge of Myriapoda, Thysanura, Isoptera, Grylloblatoidea, Zoraptera, Entomophaga.

The scientific heritage left by Silvestri is documented in more than 470 works published in the main European languages and 18 of these ones were published all in 1948 when he was 75! The same scientific heritage can be found also in the great collection of Arthropoda which is kept in the Department of Agricultural Enthomology and Zoology in Portici and is studied up today by Italian and foreign researchers.

He discovered and desclibed two new orders of isects (Protura and Zoraptera), he illustrated a lot of new families, so many new types and some thousands of new species of Arthropoda. In addition to Ihis various activity of research in the

Received 3.11.95, accepted 7.3.96

field of the descriptive Enthomology that he studied by a morphological and more widely ecological base, he took up studies on ways of doing biological struggle. He became so a fervent supporter and the self evident world authority in that field.

His complex and wide scientif1c work was appreciated by Accademies, Science Societes, Universities of several States in the world that appointed him Accademician, honorary Member and graduated "honoris causa".

Strong, steady and tireless he considered the meaning of duty as a sacred one and always kept far from plots and half measures. He went alone his own way, the way of truth, justice, honesty, dignity and the respect of human person, the way of love for work, School, Science, Family.

He despised adulation, hypocrisy, mischief; he loved his Country, l'amily, children, pupils, workers, humble persons and suffering mankind.

On January 1st 1904 he became a l'aculty member when he was only 30 year old and was at the head of the Enthomology and Zoology Institute by the Higher Agricultural School in Portici, the present Faculty of Agriculture, for forty-five years.

He devoted with passion and enthusiasm to teaching and his lessons were always very clcar, simple and concrete so that his many pupils, from every part un thc world, took advantage of his wide and deep learning.

On October 31st 1948 he was pensioned off for age limit and on June 1st 1949 he de died in his humble country house at Bevagna owing to the most terrible of sicknesses.

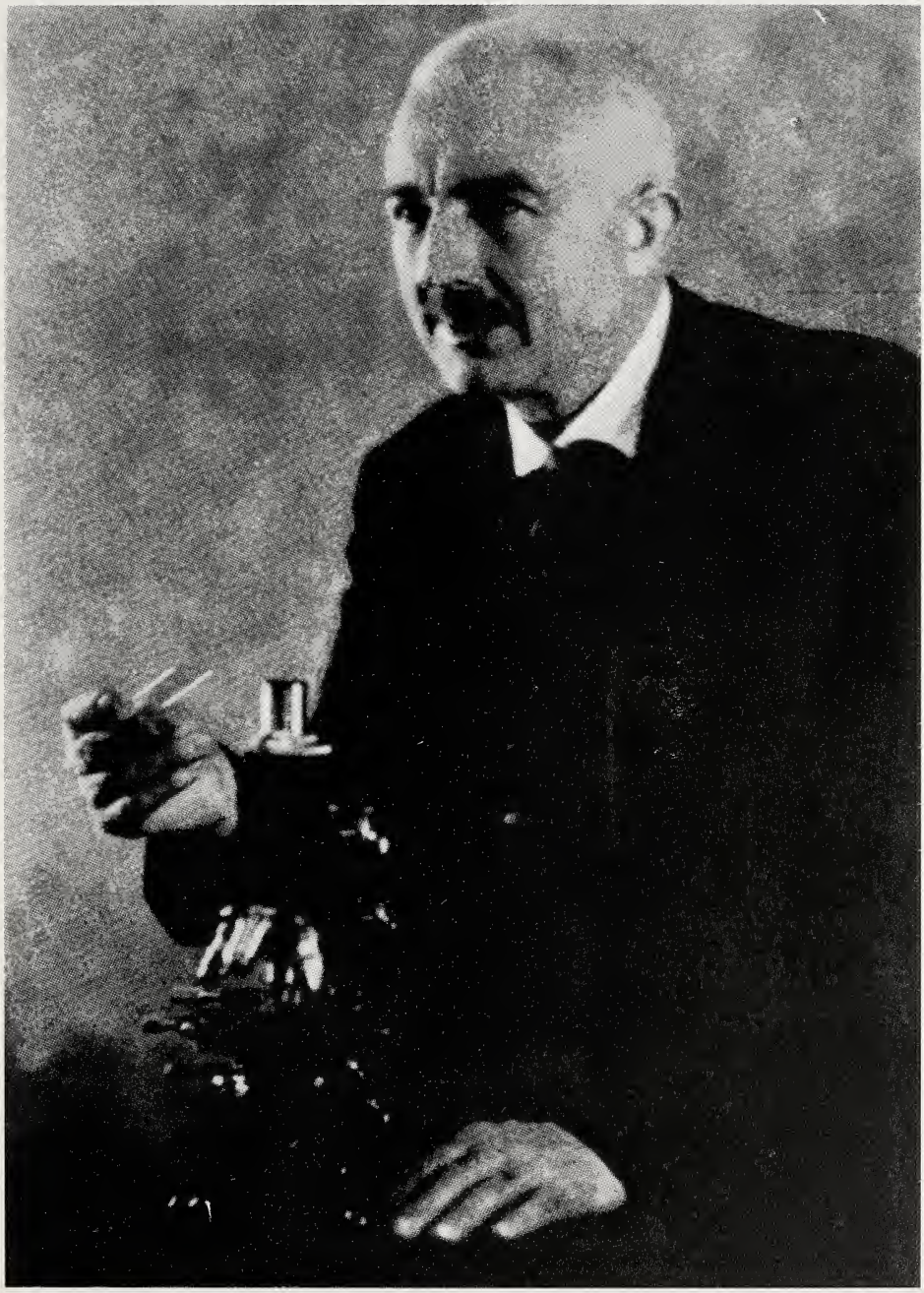
During his short illness he kept his own mental faculties and peace of mind: he never complained not to sadden his relations, but one could read a great bitterness in his eyes. Infact he felt lacking in the inner joy the work gave him: he had always believed in work, without aspiring to wealth and honours.

Riassunto. Viene reso omaggio ad un grande scienziato, Filippo Silvestri, allo scopo di dare l'opportunità, anche alle nuove generazioni, di apprezzare una figura illustre della scienza entomologica, una mente sempre valida e aperta all'indagine e alla conoscenza.

Il Silvestri, per la poderosa mole e l'importanza delle sue ricerche e delle sue scoperte scientifiche, rappresenta un insuperato Maestro nelle Scienze Biologiche ed in particolare dell'Entomologia. La sua attività è documentata dagli oltre 470 lavori pubblicati nelle principali lingue europee dei quali ben 18 nel solo 1948: all'età di 75 anni!, e dalla grande collezione artropodologica che, custodita nel Dipartimento di Entomologia e Zoologia agraria di Portici, è, ancora oggi, oggetto di studio da parte di ricercatori italiani e stranieri.

Filippo Silvestri (1873-1949) è da considerarsi il più grande degli entomologi contemporanei.

Nacque a Bevagna (Perugia) il 22 giugno 1873 da Giuseppe e Rosa Palmieri. Per i genitori, onesti lavoratori, nutrì sempre una profonda devozione "il Babbo era il simbolo di una grande e mite bontà, la mamma buona, ma pronta a reprimere anche con il giusto castigo le mancanze che l'età giovanile purtroppo fa inconsapevolmente commettere".



FILIPPO SILVESTRI (1873-1949)

Fin da fanciullo mostrò spiccate tendenze per le Scienze naturali attratto dalle bellezze della natura della Sua natia terra che ricorda con affetto e tenerezza anche quando, ormai uomo maturo e illustre scienziato, nell'elaborare le memorie della Sua vita e dei molteplici viaggi, con un accento particolare parla della città natale e del territorio che la circonda "così vario in spazio relativamente poco esteso e quanto mai bello... per cui fui sempre felice di andare fuori le cinta delle mura per cercare, secondo le stagioni, ora piante da fiore da trasportare nel giardino, ora per andare a caccia di uccelli, ora per pescare e più tardi per raccogliere insetti e osservarne i costumi".

Eppure, per quanto incongruente possa apparire alla nostra moderna sensibilità ecologica, è anche attraverso questi passatempi che ha modo di esprimersi e chiarirsi quella passione per gli studi naturalistici che si definirà negli anni liceali frequentati a Spoleto, Perugia e successivamente in quelli universitari condotti a Roma, Genova, Palermo.

A contatto con la natura e in una famiglia onesta e laboriosa ha modo di formare la Sua personalità: semplice, tenace, modesta, amante del sapere, come testimonia la seguente poesia autobiografica scritta a 18 anni quando era ancora studente liceale (Russo G., 1959).

IL MIO RITRATTO

Giuste ho le membra ver l'alta statura,
Tra ciglia folte grandi ho gli occhi e neri,
Ho nero il crin sembianza alquanto scura,
Che ritrar suol della mente i pensieri.

Semplice nel vestir, nell'andatura
Modesto, vizii, voluttà, piaceri
Aborro, aborro amor; sol di natura
I dolci seguo fascini sinceri.

Tenace, sobrio, il male altrui mi duole,
Pace, tranquillità mai sempre anc'amo,
Amo la libertà, la Patria mia

Non spendo nel parlar molte parole,
Mi garba il positivo, e solo bramo
La scienza ch'è di verità la via.

18 maggio 1891

Nell'estate del 1892 per aver preso parte a Foligno (PG) con una piccola collezione di Coleotteri alla Mostra Agricola Industriale artistica, fu premiato con "la Menzione onorevole".

Laureatosi nel 1896, gli fu subito offerto il posto di assistente dal famoso zoologo Kleinenberg; ma non accettò: preferì la nomina di Assistente dal grande Biologo Giovan Battista Grassi che fu il Maestro che Egli più apprezzò e più stimò e di cui si considerò sempre allievo. È da Grassi che Silvestri apprese il metodo comparativo biologico, che valse a completare la sua formazione scientifica ed è con la severa applicazione di questo metodo che Silvestri raggiunse le sue maggiori scoperte nel campo della biologia generale (Cotronei G., 1950).

Ma la passione per i viaggi, il fascino che su di Lui esercitavano le lontane regioni nelle diverse parti del Mondo, a Lui ignote, per la ricerca principalmente di Artropodi (Miriapodi, Tisanuri, Termiti, Termitofili, Grilloblattidi, Zoratteri, Entomofagi), portarono il grande naturalista Bevanate a compiere ben 26 viaggi intercontinentali nel vecchio e nel nuovo mondo, nelle svariate e sconfinate regioni della Terra in itinerari percorsi tra difficoltà facilmente immaginabili vista la esiguità dei mezzi allora disponibili.

Il Silvestri, per la poderosa mole e importanza delle sue ricerche e delle sue scoperte scientifiche, rappresenta un insuperato Maestro nelle Scienze biologiche ed in particolare dell'Entomologia, difficilmente raggiungibili da un solo uomo.

Il patrimonio scientifico lasciato da Filippo Silvestri è documentato dagli oltre 470 lavori pubblicati nelle principali lingue europee (Russo G., 1949), dei quali ben 18 nel solo 1948: all'età di 75 anni!, e dalla grande collezione artropodologica che, custodita nel Dipartimento di Entomologia e Zoologia agraria di Portici, è ancora oggi oggetto di studio da parte di ricercatori italiani e stranieri.

Scoprì e descrisse 2 ordini nuovi di insetti (Protura e Zoraptera), illustrò decine di nuove famiglie, decine e decine di nuovi generi e alcune migliaia di nuove specie di Artropodi.

Oltre a questa molteplice attività di ricerca nell'ambito dell'Entomologia descrittiva, condotta innanzitutto come studio morfologico e più ampiamente ecologico delle specie nocive all'Agricoltura, il Silvestri dedica attento studio ai procedimenti di lotta biologica, divenendone presto un fervente sostenitore e l'indiscussa autorità mondiale, soprattutto per quanto concerne la lotta contro la Mosca delle olive (*Dacus oleae* G.) che, tutt'ora, costituisce il più temibile nemico degli olivicoltori in quanto difficile a debellare. Pur seguendo con interesse l'evoluzione dei metodi

di lotta chimica, mai ostacolati anche se guardati con forte perplessità, Egli continuò a portare avanti le ricerche per una lotta naturale, ritenendo che le ricerche sui mezzi chimici spettassero ai chimici che "nelle loro particolari conoscenze più facilmente possono indicare sostanze che dovrebbero avere questi requisiti: essere insettifughe o insetticide, non dannose alle piante ed economiche rispetto al prodotto che si vuol salvare".

Il valore della complessa e vasta opera scientifica del Silvestri fu riconosciuta da Accademie, Società scientifiche, Università degli Studi di diversi Stati del mondo, che lo vollero Accademico, Membro onorario, Dottore "honoris causa".

Di carattere energico e fermo, di tenace volontà, instancabile nel lavoro, ebbe sacro il senso del dovere; si mantenne sempre lontano dagli intrighi e dai compromessi, battendo da solo la propria strada che fu quella della verità, della giustizia, della lealtà, della dirittura morale, della dignità e del rispetto della persona umana, dell'amore al lavoro, alla Scuola alla Scienza, alla Famiglia. Disprezzò l'adulazione, l'ipocrisia, la cattiveria; amò la Patria, la famiglia, i bambini, gli allievi, i lavoratori, gli umili, l'umanità sofferente, auspicando il benessere materiale e spirituale e la fratellanza degli uomini.

Il 1° gennaio 1904, all'età di 30 anni, salì alla Cattedra universitaria e fu chiamato a dirigere l'allora Istituto di Entomologia e Zoologia della Scuola Superiore di Agricoltura di Portici, oggi Facoltà di Agraria, che tenne per ben 45 anni. Allievi provenienti dalle diverse regioni d'Italia e dai diversi Stati del mondo trassero profitto dal Suo vasto e profondo sapere, della Sua conoscenza della materia che con tanto amore, entusiasmo e disinteresse professò. Le Sue lezioni erano un'esposizione chiara, precisa, concisa, semplice, sfrondata del superfluo, direi familiare; ma altrettanto profonda e acuta nei concetti.

Con un esemplare senso del dovere, innato in Lui, non tralasciava alcuna lezione, il che permetteva di svolgere ogni anno l'intero programma della materia perché non ammetteva che il Professore trattasse solo in parte il programma prescritto, non volendo che negli studenti rimanessero delle lacune che difficilmente, dopo, sarebbero state colmate.

Nei convegni, quando parlava, erano commoventi ovazioni al Suo indirizzo, ed Egli, sensibile a tali spontanee manifestazioni di affetto, rimaneva intimamente commosso. Mai una parola o un atto di vanto al Suo operato: modesto fra i modesti. Di rado dava un "bravo" agli allievi migliori; consigliava sempre di "non perdere tempo", di lavorare, di mantenersi sani. Il "tempo" era l'idea fissa, la cosa più preziosa, la Sua

ricchezza: "il tempo fugge, sappiatelo utilizzare", erano le Sue parole rivolte agli allievi (Russo G., 1950). Egli stesso soleva dire: "solo le spighe vuote si mantengono sempre dritte nel campo di grano".

Il 31 ottobre 1948, per raggiunti limiti di età, fu collocato a riposo e dopo breve periodo fu colpito dal più terribile dei mali per cui il 1° giugno 1949, nella Sua modesta casa di campagna della natia Bevagna, cessò di vivere. Oggi le Sue spoglie riposano nell'Urna del Cimitero dell'Umbra e quieta Bevagna, nella terra del Poeta Properzio.

Durante la breve malattia, conservò perfetta lucidità di mente e serenità di animo: non un lamento, onde non aumentare il dolore ai familiari; ma nel Suo sguardo velato di intima tristezza si leggeva tutta l'amarezza che la sensibile e generosa Sua anima soffriva nella forzata inoperosità, nel vedersi privato dell'intima gioia che gli procurava il lavoro, nel quale aveva sempre creduto senza aspirare a ricchezze e onori, nel non poter svolgere la Sua attività nell'Istituto da Lui creato e portato in alto fastigio e che racchiuse tutto per Lui: felicità di vita, amore per il lavoro per gli Entomi, per la Scienza.

BIBLIOGRAFIA

COTRONEI, G. 1950. Filippo Silvestri: l'Uomo e il Biologo. *Boll. Lab. Ent. agr., Portici*, **10:** 8-24.

RUSSO, G. 1949. Filippo Silvestri (nota necrologica – curriculum vitae – elenco pubblicazioni). *Boll. Lab. Ent. agr., Portici*, **9:** I-XLIX.

RUSSO, G. 1950. Filippo Silvestri: Maestro. *Boll. Lab. Ent. agr., Portici*, **10:** 1-7.

RUSSO, G. 1959. *Filippo Silvestri: Ricordi e itinerari scientifici*. Tipografia Genovese, Napoli.

ELENCO DEI SOCI
DELLA SOCIETÀ DEI NATURALISTI
IN NAPOLI

SOCI AL 31 DICEMBRE 1995

con la data di ammissione

1) 26-02-1971 Prof. ABATINO Elio - Piazza Barsanti e Matteucci - 80125 Napoli
2) 28-03-1963 Prof. ABIGNENTE Enrico - Via Montesano, 49 - 80131 Napoli
3) 29-12-1976 Prof. ACCORDI Giovanni - Via Grossi Gondi, 46 - 00100 Roma
4) 28-06-1991 Dr. AGNISOLA Claudio - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
5) 22-12-1982 Prof. ALIOTTA Giovanni - Via Foria, 223 - 80139 Napoli
6) 29-12-1974 Prof. AMODEO Giovanni - Via Fava, 33 - 84014 Nocera inferiore
7) 12-02-1993 Dr. ANCAROLA Tiziana - 2ª Traversa Domenico Fontana, 1 - 80131 Napoli
8) 20-12-1985 Dr. ANCAROLA Vincenzo - 2ª Traversa Domenico Fontana, 1 - 80131 Napoli
9) 22-12-1982 Prof. ANDREOZZI Giuliana - Via Delpino, 1 - 80137 Napoli
10) 22-12-1982 Prof. ANTONUCCI Rosanna - Via Delpino, 1 - 80137 Napoli
11) 30-01-1981 Dr. ARCAMONE Nadia - Via Delpino, 1 - 80137 Napoli
12) 29-10-1971 Prof. ARIANI Antonio - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
13) 27-06-1980 Prof. Ascione Aniello - Via S. Michele, 76 - 80147 Ponticelli - Napoli
14) 21-12-1984 Dr. AVALLONE DEL GAUDIO Rita - Via Liguria, 14 - 81022 Casagiove (CE)
15) 30-01-1959 Dr. BADOLATO Francesco - Via Pantelleria, 13 - 00100 Roma
16) 16-12-1988 Dr. BALASSONE Giuseppina - Via Cupa della Torretta, 3 - 80070 Bacoli (NA)
17) 23-12-1975 Prof. BALSAMO Giuseppe - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
18) 27-03-1964 Prof. BARBERA LAMAGNA Carmela - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
19) 31-05-1968 Prof. BATTAGLINI Pietro - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
20) 28-06-1985 Dr. BENEDUCE Paolo - Via Cesare Battisti, 9 - 80040 Pollena Trocchia (NA)
21) 31-05-1968 Prof. BONARDI Glauco - Via Posillipo, 175/11 - 80123 Napoli
22) 30-12-1960 Prof. BONASIA Vito - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
23) 38-06-1985 Dr. BORGSTROM Sven - Via T. Tasso, 601 - 80137 Napoli
24) 28-06-1985 Dr. BOSCO Salvatore - Via Michelangelo Testa, 8 - 84100 Salerno
25) 27-03-1994 Prof. BRANCACCIO Ludovico - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
26) 21-12-1979 Prof. BUCCINO Gerardo - Via Garibaldi, 76 - 84043 Agropoli (SA)
27) 23-12-1975 Prof. BUDETTA Paolo - Via Matierno, 5/A - Parco Aurora - 84100 Salerno

28) 21-12-1983 Dr. CALZADA BADIA Sebastian - C/o Diputacion, 231 - 08007 Barcellona (Spagna)
29) 21-12-1983 Prof. CANCELLIERE Amelia - Via Marino Cotronei, 47 is. 10 - 80128 Napoli
30) 31-03-1972 Prof. CANNAVALE Giuseppe - Via Gaetano Quagliariello, 6 - 84100 Salerno
31) 28-12-1951 Prof. CAPALDO Pasquale - Via Cattaneo, 26 - 80100 Napoli
32) 27-04-1973 Prof. CAPOLONGO Domenico - Via Roma, 8 - 80030 Roccarainola (NA)
33) 27-03-1964 Prof. CAPUTO Giuseppe - Piazza Medaglie d'Oro, 35 - 80129 Napoli
34) 29-06-1990 Dr. CAPUTO Paolo - Piazza Medaglie d'Oro, 35 - 80129 Napoli
35) 21-12-1983 Dr. CARATI Mariano - Via S. Stefano, 37 - 80127 Napoli
36) 19-12-1986 Dr. CARLONE Gennaro - Via A. Catone, 21 - 86017 - Sepino (CB)
37) 31-05-1968 Prof. CARRARA Eugenio - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
38) 28-12-1940 Prof. CASERTANO Lorenzo (*) - C.so Garibaldi - 80055 Portici
39) 23-12-1975 Prof. CASTALDO Chiara - Via Ugo Niutta, 22 - 80128 Napoli
40) 26-02-1988 Prof. CASTRIOTA Marialuisa - Via Napoli, 119/bis - La Pietra - 80124 Bagnoli - Napoli
41) 21-12-1984 Dr. CAVALIERE Angelina - Corso Nuovo, 4 - 81036 S. Cipriano d'Aversa (CE)
42) 23-02-1990 Prof. CELICO Pietro Bruno - Isola B/8 - 80143 Napoli
43) 29-10-1971 Prof. CHIEFFI Giovanni - Via Ligorio Pirro, 20 - 80129 Napoli
44) 26-05-1972 Prof. CIARDIELLO VALLE Anna Maria - Via Caldieri, 147 - 80128 Napoli
45) 23-02-1990 Dr. CIERVO Ennio - Via Vergara, 8 - 80027 Frattamaggiore (NA)
46) 27-01-1978 Dr. CIMINO Antonio - Via Mariano Stabile, 110 - 90139 Palermo
47) 28-06-1991 Dr. CINQUEGRANA Laura - Via Caravaggio, 70 - 80128 Napoli
48) 21-12-1984 Sig. CIOFFI Salvatore - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
49) 31-05-1968 Prof. CIPPITELLI Giuseppe - Via Iannozzi, 38 - 20097 S. Donato Milanese (MI)
50) 22-02-1991 Dr. CIRILLO Raffaele - Via S.ten Sesto Staibano, 83 - 80040 Trecase (NA)
51) 21-05-1968 Prof. COCCO Ennio - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
52) 19-12-1986 Prof. COLLIANI Felice - Via Scarlatti, 134 - 80127 Napoli
53) 31-05-1968 Prof. COPPA Maria Grazia - DE CASTRO - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
54) 28-02-1969 Prof. CORRADO Gennaro - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
55) 28-12-1949 Prof. COTECCHIA Vincenzo - Corso De Gasperi, 384 - 70125 Bari
56) 28-03-1963 Prof. CRESCENTI Uberto - Via Marmolada, 3 - 65010 Montesilvano (PE)
57) 28-12-1985 Prof. CROVATO Paolo - Via S. Liborio, 1 - 80134 Napoli
58) 27-06-1986 Dr. CUBELLIS Elena - Via Roma, 39 - 81010 - Baia e Latina (NA)
59) 26-01-1949 Prof. CUCUZZA SILVESTRI Salvatore - Casella Postale, 345 - 95100 Catania
60) 27-06-1986 Prof. CUTILLO Vincenzo - C.so Vittorio Emanuele, 167 - Parco Eva - 80128 Napoli

61) 22-02-1991 Dr. D'Ambrosio Domenico - Via Cimaglia, 82/B - 80059 Torre del Greco (NA)
62) 21-12-1983 Prof. D'Amore Concetta - P.zza Cavour, 19 - 80137 Napoli
63) 30-01-1959 Prof. D'Argenio Bruno - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
64) 27-06-1973 Dr. Dazzaro Luigi - Via O. Rabona, 4 - 70121 Bari
65) 29-12-1961 Prof. De Castro Piero - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
66) 30-01-1959 Prof. de Cunzo Teresa - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
67) 21-12-1984 Dr. De Filippo Gabriele - Via Caravaggio, 52/a - 80126 Napoli
68) 26-02-1988 Dr. De Girolamo Paolo - Via Delpino, 1 - 80137 Napoli
69) 30-01-1959 Prof. De Leo Teodoro - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
70) 29-11-1974 Prof. De Miranda Renato - Via Chiatamone, 60/b - 80121 Napoli
71) 26-02-1988 Dr. De Vita Sandro - Via G. Pica, 48 - 80142 Napoli
72) 31-05-1968 Prof. De' Medici Giovanbattista - Via Belsito, 13 - 80123 Napoli
73) 21-12-1984 Dr. Del Re Maria Carmela - Via Raimondo di Sangro, 4 - 80134 Napoli
74) 22-12-1981 Prof. Del Rio Antonio - Via Floriano del Secolo, 4 - 80125 Napoli
75) 03-12-1971 Prof. Delfino Vincenza - Via P. Castellino, 88 - 80131 Napoli
76) 22-12-1981 Prof. Della Ragione Salvatore - Via Cerillo, 57 - 80070 Bacoli
77) 27-06-1986 Prof. Descio Palmisani Dolores - Viale Lincoln, 215 - 81100 Caserta
78) 26-06-1986 Dr. Di Benedetto Vittorio - Via Arte della lana - 84010 Atrani (SA)
79) 20-12-1960 Prof. Di Leo Lucia - Via Lepanto, 21 - 80125 Napoli
80) 29-10-1971 Prof. Di Nocera Silvio - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
81) 28-01-1972 Dip. di Geologia e Geofisica - Via Orabona, 4 - 70125 Bari
82) 28-04-1973 Dip. Scienza della Terra - Via Trentino, 51 - 09100 Cagliari
83) 26-05-1972 Dip. Scienze della Terra - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
84) 23-02-1990 Prof. Drago Antonino - Via F.M. Briganti, 412 - 80141 Napoli
85) 19-12-1986 Dr. Esposito Aiardo Antonio - Via S. Pietro, 42 - 80026 Casoria (NA)
86) 26-06-1987 Dr. Falcone Vincenzo - Via Palomba. Parco Nettuno - 81020 S. Nicola la Strada (CE)
87) 27-06-1980 Prof. Fenoll Hach Ali Purificacion - Dep. de Cristalografia y Mineralogia - Facultad de Sciencias - Universidad de Granada - Granada (Spagna)
88) 26-03-1993 Prof. Ferrara Luciano - Via Mezzocannone, 4 - 80134 Napoli
89) 30-01-1981 Prof. Ferrara Lydia - Via Michelangelo da Caravaggio, 73 - 80131 Napoli
90) 30-01-1981 Dr. Ferro Raffaele - Via Le Croci, 16 - 80070 Monte di Procida
91) 29-10-1971 Prof. Fimiani Pellegrino - Via Diaz, 148 - 80055 Portici
92) 27-06-1980 Dr. Fiorito Graziano - Via Giacinto Gigante, 39 - 80128 Napoli
93) 26-03-1993 Dr. Fiume Maria Giovanna - Via Monterusciello, 35 - 80070 Monterusciello
94) 29-12-1961 Prof. Fondi Mario - Via Nevio, 78 - 80122 Napoli

95) 21-12-1979 Prof. FORGIONE Pasquale - Via P. Pisapia, 18-20 - 83040 Gesualdo
96) 22-12-1981 Dr. FRAISSINET Maurizio - Via Recanati, 51 - 80046 S. Giorgio a Cremano (NA)
97) 28-02-1969 Prof. FRANCIOSA Nicola - Traversa Ponticelli, 24 - 80100 Napoli
98) 18-12-1989 Prof. FRANCO Enrico - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
99) 22-12-1982 Prof. GARGIULO Giuliana - Via Delpino, 1 - 80137 Napoli
100) 26-03-1993 Prof. GHIARA Maria Rosaria - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
101) 31-03-1972 Dr. GUGLIELMOTTI Eugenio - Via G. Seripando, 14 - 84100 Salerno
102) 31-03-1972 Prof. IONI Lamberto - Via Luca Giordano, 6 - 80127 Napoli
103) 17-06-1945 Prof. LA GRECA Marcello - Via Androne, 81 - 95124 Catania
104) 30-01-1981 Prof. LAMBIASE Salvatore - Via S. Vito, 317 (Palazzzo Azzurro) - 85050 Tito (PZ)
105) 27-06-1986 Dr. LARDONE Aldo - Via Mezzocannone, 31 - 80134 Napoli
106) 27-06-1973 Prof. LAURETI Lamberto - Viale Murillo, 21 - 20149 Milano
107) 15-12-1978 Prof. LAZZARI Silvestro - Via Mantova, 32/b - 85100 Potenza
108) 20-12-1985 Prof. LENZI Giuseppe - Via Roma, 14 - 53100 Siena
109) 22-12-1981 Dr. LEUCI Giuseppe - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
110) 31.03-1972 Prof. LIGUORI Vincenzo - Via Scordia, 5 - 90147 Tommaso Vitale (PA)
111) 29-06-1990 Dr. MACCAURO Angela - Via Appia (Parco verde) - 81023 Centurano (CE)
112) 22-02-1991 Prof. MACCAURO Carlo - Via Appia (Parco verde) - 81023 Centurano (CE)
113) 26-04-1974 Prof. MANCINI Fiorenzo - Via Gino Capponi, 18 - 50121 Firenze
114) 23-12-1975 Prof. MARMO Francesco - Via Mezzocannone, 8 - 80134 - Napoli
115) 18-11-1996 Dr. MATTEUCIG Anastasia - Viale Kennedy, 311 - 80125 Napoli
116) 18-11-1996 Dr. MATTEUCIG Belisario - Viale Kennedy, 311 - 80125 Napoli
117) 30-11-1973 Prof. MATTEUCIG Giorgio - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
118) 30-01-1981 Prof. MAZZA Maria Teresa in CERRETI - P.zza Dante, 89 - 80131 Napoli
119) 22-12-1981 Dr. MAZZARELLA Adriano - Via Petrarca, 119 - 80122 Napoli
120) 29-06-1990 Prof. MENNA Felice - Via Adolfo Omodeo, 76 - 80128 Napoli
121) 31-03-1972 Prof. MEUCCI NARDELLA Anna Maria - Via Domenico Fontana, 95 - 80128 Napoli
122) 29-10-1971 Prof. MICIELI DE BIASE Leandro - 80055 Portici (NA)
123) 27-01-1978 Prof. MILONE Mario - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
124) 22-02-1991 Dr. MINGIONE Giuseppe - Via Avellino, 8 - 81100 Caserta
125) 07-02-1938 Prof. MONCHARMONT Ugo (*) - Via Aniello Falcone, 88 - 80127 Napoli
126) 27-11-1947 Prof. MONCHARMONT ZEI Maria - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
127) 27-02-1991 Dr. MOZZILLO Pasquale - Via Toscanini, 26 - 81030 Orta di Atella (CE)
128) 21-12-1983 Dr. MUSACCHIO Aldo - Via Farnete, 4 C. da Piano lago - 87050 Mangone (CS9

129) 27-01-1978 Dr. Muzzo Carlo - P.zza S. D'Acquisto, 3 - 81055 S.M. Capua Vetere (CE9
130) 27-11-1947 Prof. Napoletano Aldo - Via Rodolfo Falvo, 20 - 80127 Napoli
131) 21-12-1984 Dr. Napoletano Anastasio - Via Pratelle - 81010 Raviscanina (CE9
132) 26-01-1949 Prof. Nicotera Pasquale - Istituto di Geologia Applicata - Facoltà di Ingegneria Piazzale Tecchio - 80125 Napoli
133) 25-06-1976 Dr. Orio Franco - Via G. Santoro, 14 - 84100 Salerno
134) 29-10-1971 Prof. Ortolani Francesco - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
135) 30-12-1960 Prof. Pacella Maria Luisa - Via Girolamo Santacroce, 7 - 80129 Napoli
136) 29-03-1963 Prof. Palumbo Antonino - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
137) 28-02-1969 Prof. Paoletti Alfredo - Via Mezzocannone, 16 - 80134 Napoli
138) 30-12-1960 Prof. Parenzan Paolo - Via Amendola, 165/A - 70100 Bari
139) 28-06-1985 Prof. Patella Domenico - Viale Cesare Pavese, 300 - 00144 Roma
140) 22-12-1981 Prof. Pedata Patrizia - Via Nuova S. Rocco, 73 - 80131 Napoli
141) 27-12-1957 Prof. Pericoli Sergio - Via del Porto, 151 - 47033 Cattolica (RN)
142) 29-12-1961 Prof. Pescatore Tullio - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
143) 20-10-1985 Prof. Petrosino Mariarosaria - Via Vivaldi, 51 - 81100 Caserta
144) 16-12-1988 Dr. Petti Carmela - Via S. Clemente, 157 - 84015 Nocera Inferiore
145) 27-06-1980 Prof. Picariello Orfeo - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
146) 29-10-1971 Prof. Piciocchi Alfonso - Parco Comola Ricci, 9 - 80122 Napoli
147) 27-04-1973 Prof. Pierattini Donatella - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
148) 18-12-1959 Prof. Piscopo Eugenio - Via Domenico Montesano, 49 - 80131 Napoli
149) 27-06-1980 Prof. Pozzuoli Antonio - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
150) 21-12-1983 Prof. Rapisardi Luigi - Parallela interna 46/E Via Camillo Rosalba, 2 - 70124 Bari
151) 27-03-1964 Prof. Rapolla Antonio - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
152) 03-12-1971 Prof. Roda Cesare - Viale Ungheria - Udine
153) 27-03-1964 Prof. Rodriquez Antonio - Via Pietro Castellino, 79 - 80131 Napoli
154) 27-06-1980 Prof. RoDriguez Callego Manuel - Dep. de Cristalografia y Mineralogia - Facultad de Sciencias - Universidad de Granada - Granada (Spagna)
155) 21-12-1983 Dr. Romano Claudio - Via Sagrera, 23 - 80129 Napoli
156) 22-12-1981 Prof. Rossi Fortunato - Via Montedonzelli, 48/b - 80128 Napoli
157) 27-11-1947 Prof. Ruffo Sandro - Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona
158) 29-06-1990 Prof. Ruggiero Livio - Viale dell'Aquilone, 4 - 73010 Surbo (LE)

159) 30-01-1981 Dr. Russo Giovanni Fulvio - Stazione Zoologica - Villa Comunale - 80121 Napoli
160) 30-01-1981 Dr. Russo Luigi - Via G. Jannelli, 608 - 80131 Napoli
161) 29-10-1971 Prof. Russo Luigi Filippo - Via Università, 100 - 80055 Portici (NA)
162) 21-12-1983 Ing. Saccani Luigi - Via Pontano, 80 - 80132 Napoli
163) 03-12-1971 Prof. Sartoni Samuele - Via Zamboni, 67 - 40127 Bologna
164) 26-02-1988 Prof. Sava Alessandra - Via Tasso, 601 - 80127 Napoli
165) 28-03-1963 Prof. Scandone Paolo - Via S. Maria, 53 - 56011 Pisa
166) 30-12-1941 Prof. Scherillo Antonio (*) - Via Stanzione, 18 - 80129 Napoli
167) 29-10-1971 Prof. Schettino Oreste - Via Domenico Montesano, 49 - 80131 Napoli
168) 21-12-1984 Dr. Schiattarella Marcello - Via Onofrio Fragnito, 2 - 80131 Napoli
169) 19-12-1986 Dr. Schioppa Matilde - Traversa Michele Pietravalle, 40 - 80131 Napoli
170) 30-11-1973 Dr. Scippacercola Sergio - Via Francesco Gaeta, 1 - 80141 Napoli
171) 27-03-1964 Prof. Scorziello Raffaele - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
172) 31-01-1951 Prof. Sersale Riccardo - Piazzale Tecchio - 80125 Napoli
173) 28-03-1963 Prof. Sgrosso Italo - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
174) 26-02-1988 Prof. Siani Elisabetta - Via Manzoni, 63 - 80123 Napoli
175) 28-06-1985 Dr. Siani Massimo - Via B. Avallone, 22 - 84013 Cava dei Tirreni (SA)
176) 31-01-1951 Prof. Sinno Renato - Via Scudillo, 20 - 80100 Napoli
177) 12-02-1993 Dr. Soppelsa Ottavio - Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli
178) 26-05-1972 Prof. Speranza Antonio - Via Tommaso Caravita, 29 - 80134 Napoli
179) 31-05-1968 Prof. Stanzione Damiano - Dip. Scienze della Terra Via Mezzocannone, 8 - 80131 Napoli
180) 31-05-1968 Prof. Taddei Roberto - Via Foria, 223 - 80139 Napoli
181) 26-03-1942 Prof. Tarsia in Curia Isabella (*) - Corso Umberto I, 106 - 80138 Napoli
182) 22-12-1981 Prof. Tartaglione Anna Maria - Via S. Donato, 20 - 81020 Sala di Caserta (CE)
183) 22-12-1982 Prof. Tartaglione Elio - Via G. Santacroce, 3 - 80129 Napoli
184) 28-02-1969 Dr. Tavernier Amalia - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
185) 16-12-1988 Dr. Toccaceli Romeo Mariano - Via Mazzini, 84 - 84073 Sapri (SA)
186) 31-05-1968 Prof. Torre Mario - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
187) 19-10-1971 Prof. Tremblay Ermenegildo - Via Università, 100 - 80055 Portici
188) 15-12-1978 Prof. Valentini Giovanni - Via Volusia, 30 - 00100 Roma
189) 12-02-1993 Dr. Valentino Gheta Maria - Via Cimarosa, 84 - 80127 Napoli
190) 29-12-1961 Prof. Vallario Antonio - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli
191) 21-12-1984 Prof. Vecchione Carlo - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli

191) 28-06-1985 Prof. VIGGIANO Giulio - Via Icaro, 2 - 80072 Pozzuoli (NA)
193) 21-12-1984 Prof. VIOLA Giuseppe - Viale Moiano, 27 - 82011 Airola (BN)
194) 31-03-1972 Prof. VITAGLIANO Paolo Augusto - Via S. Giacomo dei Capri, 125 - Palazzo Seca - 80128 Napoli
195) 30-12-1960 Prof. VITAGLIANO Vincenzo - Via A. Manzoni, 30 - 80123 Napoli
196) 22-02-1991 Prof. VITALE Ulrica I.A. - Via G. Cotronei, 11 - 80129 Napoli
197) 26-02-1988 Prof. ZUPPETTA Agostino - Largo S. Marcellino, 10 - 80138 Napoli

* Socio Benemerito

TERMINATO DI STAMPARE OGGI
XXX DICEMBRE MCMXCVI NELLE
OFFICINE GRAFICHE NAPOLETANE
FRANCESCO GIANNINI & FIGLI S.P.A.

Direttore responsabile: Prof. ALDO NAPOLETANO

Autorizzazione della Cancelleria del Tribunale di Napoli - n. B 649 del 29-II-1960

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01315 8738